

Ecopolítica. Governamentalidade planetária, novas institucionalizações e resistências na sociedade de controle.

Ambiente espacial

O Espaço sideral e seu ambiente

Considera-se espaço sideral, ou espaço exterior, o espaço além da atmosfera terrestre, a camada de gases que envolve a Terra e possui por função proteger a vida na superfície do planeta. Porém, é muito difícil definir exatamente onde está o limite. Não há uma fronteira ou um marco definindo os limites que separam o espaço sideral da atmosfera. Ocorre que, na medida em que se atinge as mais altas altitudes, a atmosfera torna-se cada vez mais rarefeita.

Para as Ciências da Terra, a atmosfera possui cinco camadas descontínuas e diferenciadas sobretudo pelas variações de temperatura que apresentam. De baixo para cima tem-se:

troposfera: é a primeira camada, que tem contato com a superfície terrestre e estende-se até 8 a 17 km de altura. Nesta camada a temperatura diminui com o aumento da altitude. Ela concentra até 90% da massa total de ar e, por isso, é nela que se produzem os fenômenos meteorológicos.

estratosfera: camada que chega até 50 km de altitude e em que a temperatura aumenta com a elevação da altitude. Nela é que se encontra a camada de ozônio.

mesosfera: camada que vai de 50 km a 80 km de altitude; suas temperaturas diminuem conforme aumenta a altitude, chegando a - 80°C.

termosfera: começa a 80 km de altitude e sua espessura varia de 350 a 800 km, dependendo da atividade solar. Nela, as temperaturas aumentam com a altitude e possui uma temperatura média de 1.500°C, cuja sensação térmica, para os humanos, fica por volta de 25°C devido à sua densidade de matéria extremamente baixa. É na termosfera que começa a parte da atmosfera ionizada pela radiação solar, a chamada ionosfera, que se estende até 1 mil km de altitude. Nesta camada é que ocorrem as auroras boreais. Ela é bastante pesquisada porque a reflexão ionosférica é importante para os sistemas de radiodifusão.

exosfera: a última camada da atmosfera que vai de 350 a 800 km de altitude a 10 mil km de altitude. Possui temperatura média de 1.000°C. Apesar de haver presença de partículas de hidrogênio e hélio nesta camada, estas moléculas podem vagar sem se chocar devido à extrema baixa densidade verificada nesta camada. É entre a termosfera e a exosfera que estão grande parte dos satélites (não os geoestacionários), dos telescópios espaciais e a Estação Espacial Internacional (350 a 400 Km de altitude).

Para as Ciências da Terra, portanto, o espaço sideral teria início depois dos 10 mil km de altitude, a região em que, por se tornar tão rarefeita, poderia -se afirmar que termina a atmosfera terrestre.

No Comitê das Nações Unidas para o Uso Pacífico do Espaço Exterior (COPOUS, na sigla em inglês), órgão que concentra os debates sobre assuntos espaciais e que foi o responsável pela elaboração dos tratados e princípios¹ que regulam o espaço sideral, nunca se conseguiu chegar a um consenso sobre onde começa o espaço sideral, apesar desta questão ter sido uma de suas primeiras pautas quando fora criado em 1958 como uma comissão *ad hoc*.

A Federação Aeronáutica Internacional (FAI) convencionou considerar a linha de Kármán a fronteira que delimita espaço e atmosfera terrestre. Esta linha imaginária que passaria a uma altitude de 100 km do nível do mar foi estabelecida pelo engenheiro e físico Theodore von Kármán, (1881–1963), que calculou esta altitude porque a partir dela a densidade da atmosfera se torna tão baixa que não é mais possível utilizá-la para fins aeronáuticos. Para conseguir deslocar-se a partir desta altitude, um veículo teria de chegar a velocidades maiores que a velocidade orbital, de 24.000 km/h, para obter sustentação aerodinâmica.

Há controvérsias até mesmo no interior de um mesmo país. Nos Estados Unidos, por exemplo, a fronteira delimitada pela FAI não é aceita pela Força Aérea, mas é referendada pela NASA. A Força Aérea dos EUA define astronauta como aquele que já voou a mais de 80 km acima do nível do mar.

¹ São eles: Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Exterior, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes, de 1967; Acordo sobre o salvamento de astronautas, de 1968; Acordo sobre a da responsabilidade por danos causados por objetos espaciais, de 1972; Acordo sobre o registro de objetos lançados ao espaço, de 1974; Acordo sobre as Atividades dos Estados na Lua e nos Corpos Celestes, de 1979; Princípios Reguladores do uso de satélites para a transmissão de televisão, de 1982; e Princípios sobre sensoriamento remoto, de 1986.

Procedências dos estudos sobre a atmosfera e do ambiente espacial

Os estudos sobre a atmosfera terrestre e o ambiente espacial começaram a ser efetuados de forma mais frequente nos anos 1940 quando surgem os primeiros foguetes que conseguem atingir as altas altitudes ou então alcançar a linha de Kármán, feito conseguido primeiramente pelo foguete nazista V-2. Antes desse período, haviam experiências espaçadas. Desde o final do século XVIII, utilizavam-se balões para atingir altas altitudes. Em suas cestas eram embarcados instrumentos, animais ou mesmo os pesquisadores que se faziam de cobaias para descobrir qual era a composição da atmosfera, se era possível respirar, quais perigos ela colocava para os animais, etc.

No final dos anos 1950, paralelamente à construção de mísseis balísticos e satélites, continuaram a ser executadas experiências para se conhecer mais sobre as altas atmosferas. Um evento importante para sinalizar este interesse, que procurou chamar a atenção de vários países para o assunto, foi a realização do Ano Internacional da Geofísica (AIG). O AIG teve como principal objetivo incentivar cientistas de todo o planeta a realizarem experimentos de 1957 a 1958, período em que o Sol estaria em intensa atividade, para que se pudesse conhecer mais sobre as “altas altitudes”.

Organizado pelo Conselho Internacional de Ciências e proclamado pela ONU, o AIG fez um apelo para que os países lançassem satélites durante aquele período para anunciar a “conquista espacial”. Sem dúvida, o apelo do AIG foi um dos elementos que colaborou para apressar o lançamento de satélites pelas chamadas superpotências, Estados Unidos e União Soviética, que não tinham apenas interesses “científicos” com esta empreitada espacial.

A proposta de lançamento de satélites científicos feita pelo AIG veio ao encontro dos interesses dos Estados Unidos que pretendiam colocar em órbita satélites para fazer valer o princípio da “Liberdade do Espaço”. Segundo este princípio, uma vez colocados em órbita, estes artefatos poderiam sobrevoar os países sem violar as leis internacionais, pois presumia-se que as soberanias dos Estados não se estenderiam até o espaço sideral. A motivação que levou os Estados Unidos a formular a “Liberdade de Espaço” foi a “alternativa legal” que os satélites ofereciam para o reconhecimento do território soviético que desde os anos 1950 vinha sendo realizada por meio de balões e aviões, apesar destes veículos violarem o espaço aéreo da URSS. Portanto, o lançamento de satélites científicos não causariam grandes debates

internacionais e estes poderiam abrir o espaço para a futura operação dos satélites espiões.

Com o advento da era espacial, houve um forte investimento por parte das chamadas superpotências para o conhecimento do ambiente atmosférico e do ambiente espacial para o aprimoramento dos sistemas de guia de mísseis nucleares. Também o início das missões tripuladas tanto na URSS como nos EUA foram decisivas para a construção do conhecimento sobre o meio ambiente espacial.

Características do ambiente espacial

O que diferencia o ambiente terrestre do ambiente espacial, apesar das discrepâncias quanto aos seus limites, é capacidade de abrigar e permitir a vida tal como conhecida no planeta Terra. Mesmo para a concepção de artefatos espaciais como satélites, o ambiente espacial também coloca diversas limitações que devem ser levadas em conta em sua elaboração.

O ambiente espacial é tido como um meio hostil à vida, pois impede que homens, animais e vegetais sobrevivam nas condições que ele oferece. Estas condições e seus efeitos para o corpo humano são:

Microgravidade: Como a inexistência de gravidade no espaço sideral nunca é total, fala-se em microgravidade. A primeira e mais comum reação do corpo humano ao ambiente da microgravidade é sentida na forma de um conjunto de sintomas que recebe o nome de “mal-estar do Espaço”. Estes sintomas são: uma indisposição geral, enjoo, náuseas, vômitos, vertigens, letargia e dor de cabeça. O primeiro caso de mal-estar do Espaço ocorreu em 1961, com o cosmonauta Gherman Titov, o segundo soviético a orbitar em torno da Terra.

A exposição prolongada do corpo humano à microgravidade causa uma série de problemas. Dentre eles: atrofia muscular, deterioração do esqueleto, redistribuição dos fluidos, atraso no sistema cardiovascular, redução de hemoglobina no sangue, distúrbios de orientação, e enfraquecimento do sistema imunológico. Ainda há sintomas que são reversíveis com o retorno à Terra como: perda de peso, congestão nasal, distúrbios no sono, flatulências excessivas e inchamento da face.

Os médicos comparam os sintomas resultantes da exposição à microgravidade aos causados pelo envelhecimento. Eles acreditam que as pesquisas sobre os efeitos da microgravidade podem colaborar para o tratamento da osteoporose e para doenças verificadas em idosos ou em pessoas acamadas.

Radiação Cósmica: Em 1910, ao praticar alpinismo, o físico austríaco Victor Hess descobriu que um tipo de raio invisível ao olho humano, mas detectável por instrumentos, aumentava conforme a altitude, o que o fez concluir que esta radiação deveria vir do espaço, sendo parte dela absorvida pela atmosfera terrestre. Hess havia descoberto os raios cósmicos que podem ter origem solar ou galáctica, resultante da explosão das estrelas.

A radiação cósmica solar é formada por raios ionizantes, raios X e raios Gama, que por sua vez, são compostos de fótons que viajam pelo ambiente espacial interestelar na forma de ventos solares a uma velocidade de 500 km/s. Durante o seu deslocamento pelo universo, estas radiações também vão em direção a Terra, porém grande parte dos elétrons e prótons destes fótons é retida pelo campo magnético terrestre. Da interação dos ventos solares e do campo magnético da Terra, formaram-se os cinturões de Van Allen que rodeiam o planeta. O primeiro deles, chamado de interno, está entre 700 km e 10 mil km de altitude e é constituído por prótons de alta energia provenientes dos ventos solares. O cinturão externo situa-se entre 13 mil km e 65 mil km de altitude e foi formado principalmente por elétrons de alta energia.

No ambiente espacial, mesmo dentro de uma nave espacial ou usando trajes espaciais durante uma saída do veículo, os astronautas não estão protegidos da radiação cósmica, pois algumas partículas dos ventos solares podem atravessar materiais, paredes e o próprio corpo humano. O principal problema decorrente das radiações cósmicas é que elas ao atravessarem o corpo humano agem no nível celular, muitas vezes alterando o material genético das células ao promoverem quebras do DNA. Seu efeito é cumulativo e pode acarretar em câncer e más formações genéticas. As radiações cósmicas são encaradas como um dos principais problemas colocado para uma missão tripulada à Marte.

Temperaturas: A superfície de uma nave espacial pode apresentar variações de temperatura de -150°C a $+150^{\circ}\text{C}$, dependendo do sentido do Sol. Ao se imprimir um movimento de rotação na nave esta diferença de temperatura pode ser anulada. Mesmo assim, as naves precisam de sistemas de manutenção da temperatura interna, o que também é necessário para os trajes utilizados em caminhadas espaciais.

Vácuo: Na Terra contamos com uma atmosfera composta por gases; nitrogênio (79%), oxigênio (20%) e outros gases (1%), e com uma pressão

atmosférica em torno de 1 bar, mas a medida que nos distanciamos da superfície, o ar se rarefaz e a pressão rapidamente diminui.

O meio espacial é um vazio quase absoluto para a Biologia, pois não existe uma quantidade de ar suficiente para a manutenção da vida, mesmo a de bactérias², porém do ponto de vista da Física o vácuo não existe. O meio espacial contém algumas moléculas, notadamente de hidrogênio, e pequeniníssima partículas que constituem a poeira cósmica.

Para que a vida sobreviva no ambiente espacial é necessário que se forneça aos viajantes espaciais gases como o oxigênio. Porém, o oxigênio deve ser misturado a outros gases, como o nitrogênio, pois quanto maior a quantidade de oxigênio maior o risco de incêndios no interior das naves.

Radiação solar: Ela é mais intensa no meio espacial do que na superfície terrestre, pois a atmosfera com suas camadas de ar, sobretudo o ozônio, filtram as radiações emanadas pelo Sol, principalmente os raios ultravioleta. O Sol é uma verdadeira usina atômica de incessantes reações termonucleares, cujas radiações resultantes são enviadas para o universo: radiações luminosas, radiações infravermelhas, radiações térmicas, radiações ultravioletas. Como foi dito, os raios Gama e X são retidos pelo campo magnético terrestre. Para proteger o corpo humano das radiações ultravioletas presentes no meio espacial é preciso vestir roupas especiais, assim como usar óculos, capacete, luvas e outros artefatos elaborados com este objetivo, principalmente para a realização de caminhadas espaciais.

Hostilidade e habitabilidade

Viver em um ambiente hostil e inóspito à vida como é o ambiente espacial impõe a necessidade de se reproduzir em uma escala menor o ambiente terrestre que é o meio que oferece habitabilidade para a vida humana, animal e vegetal. Prover habitabilidade também é função das naves espaciais. Além de meios de transporte, elas são fundamentais para prover as condições em que a vida pode sobreviver.

O problema de se criar meios para proteger a vida da hostilidade do espaço foi enfrentado por estadunidenses e soviéticos no estabelecimento de seus programas espaciais tripulados a partir da década de 1960.

² Há uma exceção: alguns fungos e bactérias que sobrevivem na forma de esporos, podendo aguentar temperaturas superiores a 100°C e que foram enviados ao espaço e depois retornaram grudados na superfície de objetos lançados ao espaço sem serem desinfetados.

Tudo começou com a elaboração de sistemas de suporte à vida projetados para as naves que realizaram os primeiros voos individuais (Mercury e Vostok 1). Passado alguns anos, estes sistemas foram aprimorados para realizar viagens com tripulações e de duas, três ou mais pessoas (Gemini, Apollo, Ônibus espacial, Voskhod e Soyous). Com o desenvolvimento das estações espaciais produziram-se complexas tecnologias de suporte à vida, capazes de fornecer condições e habitabilidade para longos períodos de permanências no espaço a bordo da Estação Espacial Internacional.

A necessidade deste aparato tecnológico para a sobrevivência no ambiente espacial evidencia que fora da Terra a vida humana só pode sobreviver mediante o seu confinamento seja em trajes especiais, ou em naves climatizadas ou, então, em estações espaciais e, no futuro, possivelmente em colônias espaciais, todas construídas com o objetivo de reproduzir em pequena escala o ambiente terrestre.

Devido a sua hostilidade, o ambiente espacial requer que a vida seja permanentemente monitorada. Sem monitoramentos ela não pode existir no meio espacial.

A exigência de monitoramentos para a segurança

O mesmo ocorre em relação aos artefatos produzidos pelo homem e lançados ao espaço, que cada vez mais precisam ser monitorados a fim de se evitar que os detritos espaciais, sobretudo restos de satélites fora de operação, causem colisões com outros veículos, tanto satélites como naves ou estações espaciais. O choque de um pedaço de satélite viajando a 28 mil km/h e outro artefato, por menor que ele seja, pode causar grandes danos.

Devido à crescente dependência das contemporâneas sociedades às tecnologias espaciais, aumenta a preocupação com o monitoramento da órbita em relação ao chamado “lixo espacial”, que coloca a necessidade de monitoramento do ambiente espacial.

Depois de 1957, ocorreram mais de 4.600 lançamentos e cerca de 200 explosões em órbita que produziram, segundo dados catalogados, 13 mil objetos maiores que 10 cm. Estima-se ainda existam vagando pela órbita 200 mil objetos entre 1 e 10 cm e 35 milhões de objetos entre 1 milímetro e 1 centímetro.³

³ Fonte: <http://debris-spatiaux.cnes.fr>

Além de projetos para a catalogação destes objetos há propostas para se recuperar a órbita recolhendo-se o lixo espacial, como projeto da Airbus Defence and Space, que prevê a construção de veículos que interceptam objetos que vagam pela órbita e os lançam na atmosfera terrestre para que desintegrem durante a sua reentrada (Ver simulação do sistema na página: <http://www.space-airbusds.com/fr/programme-r8d/space-situational-awareness.html>).

Bibliografia

MCDUGALL, Walter A (1985). *The Heavens and the Earth, A Political History of the Space Age*. New York: Basic Books.

PENOT, Jean-Pierre (1992). *L'homme dans l'espace*. Paris : Presses pocket.

SHARPE, Mitchell (1970). *La vie dans l'espace. L'astronaute et son environnement*. Paris: Larousse.

SOURINE, George (1970). *Vivre dans l'espace: physiologie et psychologie des astronautes*. Vervier (Belgique): Marbout.

VERGER, Fernand (Dir.) (2002). *L'espace, nouveau territoire: Atlas des satellites et des politiques spatiales*. Paris: Editions Belin.