O AMBIENTE DE TRABALHO DO ASTRONAUTA E OS ACIDENTES DE TRABALHO NO ESPAÇO SIDERAL: QUAL É A LEGISLAÇÃO APLICÁVEL?

THE ASTRONAUT'S WORK ENVIRONMENT AND WORK ACCIDENTS IN OUTER SPACE: WHAT IS THE APPLICABLE LEGISLATION?

Manuel Martin Pino Estrada[1]

RESUMO: A criação de um tratado sobre salvamento de astronautas em 1968 é produto de acidentes fatais acontecidos anteriormente, como é o caso de Apollo 1 (Estados Unidos), morrendo os astronautas Virgil Grissom, Ed White e Roger Chaffee e da missão Soyuz 1 (União Soviética), na qual o astronauta soviético Vladimir Komarov também morreu, salientando que ambos os eventos aconteceram em 1967. No caso de acidentes envolvendo astronautas a responsabilidade é dos Estados Signatários, salientando que se o dano foi provocado por uma ferramenta ou objeto em órbita de um determinado país, este será responsabilizado, mas até isso acontecer, tanto o Estado lançador como os demais Estados, podem dividir essa responsabilidade para salvar o astronauta ou astronautas acidentados.

PALAVRAS-CHAVE: acidente de trabalho; astronauta; direito espacial; espaço sideral.

ABSTRACT: The creation of a treaty on the rescue of astronauts in 1968 is a product of previous fatal accidents, such as Apollo 1 (United States), in which astronauts Virgil Grissom, Ed White and Roger Chaffee died, and the Soyuz 1 mission (Soviet Union), in which Soviet astronaut Vladimir Komarov also died, noting that both events took place in 1967. In the case of accidents involving astronauts, the responsibility lies with the Signatory States, pointing out that if the damage was caused by a tool or object in orbit of a given country, it will be held responsible, but until that happens, both the launching state and the other states can share this responsibility to save the injured astronaut or astronauts.

KEYWORDS: accident at work; astronaut; spacial law; outer space.

SUMÁRIO: 1 – Introdução; 2 – Conceito de acidente de trabalho; 3 – Definição de astronauta; 4 – Comentários ao Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico de 1968; 5 – Acidentes fatais envolvendo astronautas prévios ao Acordo de Salvamento de Astronautas de 1968; 5.1 – Acidente do Apollo 1 ou AS-204; 5.2 – Acidente do Soyuz 1; 6 – O ambiente de trabalho de um astronauta; 7 – A Estação Espacial Internacional (ISS); 7.1 – Características da Estação Espacial Internacional (ISS); 8 – O equipamento de proteção individual do astronauta ou "unidade de mobilidade extraveicular"; 9 – Conclusões; Referências.

---

1 *Mestre em Direito pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); formado em Direito na Universidade de São Paulo (USP).*

Recebido em: 26/6/2024
Aprovado em: 29/6/2024

1 – Introdução

O Direito do Trabalho do Brasil trata muito sobre acidentes do trabalho quando estes acontecem em ambientes laborais em solo brasileiro, mas no caso dos astronautas, estes não estão na superfície terrestre, eles estão dentro de uma estação espacial ou em foguetes lançados ao espaço sideral, obviamente estão trabalhando, cumprindo aquilo que está no contrato de trabalho deles, só que fora do planeta Terra, no céu, num ambiente onde não há como visualizar de forma correta um território específico, afinal, o movimento de rotação não permite isso junto como o de translação, ou seja, tudo fica muito mais complexo, daí que vem o cerne de uma discussão muito interessante.

O presente trabalho tenta dar um panorama jurídico-laboral à questão supra, afinal, quando um trabalhador está trabalhando fora do planeta Terra existem questões contratuais trabalhistas, envolvendo onde e quando foi assinado o contrato pertinente e sob quais condições isso aconteceu, além de que, para trabalhar num ambiente espacial, o grau de instrução do trabalhador é muito maior, pois o processo seletivo realizado pelas agências espaciais no mundo é muito rigoroso, afinal, o lançamento de um foguete e a manutenção de uma estação espacial custa muito dinheiro às nações envolvidas, além disso, também há questões comerciais, políticas e diplomáticas.

2 – Conceito de acidente de trabalho

Conforme dispõe o art. 19 da Lei nº 8.213/91, "acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho".

Ao lado da conceituação acima, de acidente de trabalho típico, por expressa determinação legal, as doenças profissionais e/ou ocupacionais equiparam-se a acidentes de trabalho. Os incisos do art. 20 da Lei nº 8.213/91 as conceituam:

> I – doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;
>
> II – doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I.

O art. 21 da Lei nº 8.213/91 equipara ainda a acidente de trabalho:

> I – o acidente ligado ao trabalho que, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a morte do segurado, para redução ou perda da sua capacidade para o trabalho, ou produzido lesão que exija atenção médica para a sua recuperação;
>
> II – o acidente sofrido pelo segurado no local e no horário do trabalho, em consequência de:
>
> a) ato de agressão, sabotagem ou terrorismo praticado por terceiro ou companheiro de trabalho;
>
> b) ofensa física intencional, inclusive de terceiro, por motivo de disputa relacionada ao trabalho;
>
> c) ato de imprudência, de negligência ou de imperícia de terceiro ou de companheiro de trabalho;
>
> d) ato de pessoa privada do uso da razão;
>
> e) desabamento, inundação, incêndio e outros casos fortuitos ou decorrentes de força maior;
>
> III – a doença proveniente de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade;
>
> IV – o acidente sofrido pelo segurado ainda que fora do local e horário de trabalho:
>
> a) na execução de ordem ou na realização de serviço sob a autoridade da empresa;
>
> b) na prestação espontânea de qualquer serviço à empresa para lhe evitar prejuízo ou proporcionar proveito;
>
> c) em *viagem a serviço da empresa, inclusive para estudo quando financiada por esta dentro de seus planos para melhor capacitação da mão de obra, independentemente do meio de locomoção utilizado* [grifo nosso], inclusive veículo de propriedade do segurado;
>
> d) no percurso da residência para o local de trabalho ou deste para aquela, qualquer que seja o meio de locomoção, inclusive veículo de propriedade do segurado.
>
> § 1º Nos períodos destinados a refeição ou descanso, ou por ocasião da satisfação de outras necessidades fisiológicas, no local do trabalho ou durante este, o empregado é considerado no exercício do trabalho.
>
> § 2º Não é considerada agravação ou complicação de acidente do trabalho a lesão que, resultante de acidente de outra origem, se associe ou se superponha às consequências do anterior.

Segundo a legislação brasileira, o empregador deixa de contar com a mão de obra temporariamente afastada em decorrência do acidente e tem que arcar

com os custos econômicos da relação de empregado. Os acidentes de trabalho geram custos também para o Estado. Incumbe ao Instituto Nacional do Seguro Social – INSS administrar a prestação de benefícios, tais como auxílio-doença acidentário, auxílio-acidente, habilitação e reabilitação profissional e pessoal, aposentadoria por invalidez e pensão por morte.

Como é possível perceber, o conceito legal supra sobre acidente de trabalho fica fora de contexto quando o trabalhador é um astronauta e tendo um foguete ou estação espacial internacional como local de trabalho, afinal, no espaço sideral, o trabalhador está sujeito à radiação, detritos espaciais, asteroides, meteoros e até lixo espacial que podem interferir na prestação de serviço deste tipo de profissional, além de que o astronauta entra num foguete ou estação espacial e raramente vai sair de lá, só no caso de uma caminhada espacial sem chão e sem gravidade junto com equipamento de proteção espacial.

3 – Definição de astronauta

O termo "astronauta" vem da palavra grega "αστροναύτης" (lê-se "astronáfti"), da qual se derivam as palavras "αστρο" (lê-se "astro"), que significa "estrela" e "ναύτη" (lê-se "náfti"), que significa "marinheiro", ou seja, em linguagem livre pode ser traduzido para "marinheiro das estrelas".

Segundo a NASA (sigla em inglês de "National Aeronautics and Space Administration"), o termo "astronauta" foi mantido como o título para aqueles selecionados para ingressar no corpo de astronautas da NASA que fazem da "navegação nas estrelas" sua profissão de carreira[2].

O artigo 5º do Tratado sobre Exploração e Uso do Espaço Cósmico, internalizado no Brasil através do Decreto nº 64.362/69, diz que os astronautas são "enviados da humanidade no espaço cósmico", mas esta expressão nunca justificou a fama que lhe foi reconhecida (Cocca, 2014, p. 250).

4 – Comentários ao Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico de 1968

Este acordo foi internalizado no ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto nº 71.989/1973[3], que, como pondera Frans Von der Dunk, neste documento se encontram obrigações impostas ao Estado de salvamento, assis-

2 NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Astronauts*. Disponível em: https://www.nasa.gov/humans-in-space/astronauts/. Acesso em: 14 jun. 2024.

3 BRASIL. *Decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973*. Promulga o Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de objetos Lançados ao Espaço Cósmico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d71989.html. Acesso em: 10 jun. 2024.

tência e restituição dos astronautas em casos de acidentes e desastres, porém, se encontra adormecido por mais de 40 anos e sem qualquer previsão de ser revisto ou atualizado, conforme a realidade das atividades espaciais (Von Der Dunk, 2008, p. 411-438).

> Artigo 1º
>
> Cada Parte Contratante que receber informação de que, ou descobrir que o pessoal de uma nave espacial sofreu acidente ou está passando por situação de perigo ou fez uma aterrissagem forçada ou involuntária em território sob sua jurisdição ou no alto mar, ou em qualquer outro local fora da jurisdição de qualquer Estado deverá imediatamente:
>
> (a) notificar a autoridade lançadora ou, se não puder identificar, ou com ela imediatamente se comunicar, divulgar o ocorrido de imediato por todos os meios de comunicação de que disponha.
>
> (b) notificar o Secretário-Geral das Nações Unidas, o qual deverá difundir a informação sem demora por todos os meios apropriados de comunicação a sua disposição.

Segundo o artigo 1º, 10) do Acordo sobre Transportes Aéreos entre o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo dos Estados Unidos da América, internalizado mediante o Decreto nº 9.423, de 26 de junho de 2018, o "'território' significa as áreas de terra, água e mar territorial sob a soberania de uma Parte", neste caso signatária desta presente convenção.

Aqui trata sobre se uma parte descobrir que algum astronauta sofreu algum acidente de trabalho, esta deverá comunicar a autoridade lançadora (aquela de onde a nave decolou para o espaço) para comunicar o ocorrido, assim como comunicar o Secretário-Geral das Nações Unidas e ambos deverão comunicar para todos os meios apropriados (o que eles considerem assim) para comunicar sobre o que aconteceu.

> Artigo 2º
>
> Se, devido acidente, perigo pouso forçado ou involuntário, ou pessoa de uma nave espacial aterrissar em território sob a jurisdição de uma Parte Contratante, essa Parte deverá imediatamente tomar todas as medidas possíveis para o salvamento oferecendo toda a necessária assistência. A Parte informará a autoridade lançadora e também ao Secretário-Geral das Nações Unidas das medidas que está tomando e de seus resultados. Desde que a assistência pela autoridade lançadora possa contribuir para um pronto salvamento, ou contribuir substancialmente para o êxito das operações de busca e de salvamento a autoridade lançadora deverá cooperar com a Parte Contratante para a eficácia

> das operações de busca e de salvamento. Tais operações estarão sujeitas à direção e controle da Parte Contratante, a qual atuará em estreita e permanente consulta com a autoridade lançadora.

Então, neste caso, se um astronauta sofrer um acidente e cair no território de uma parte contratante, a jurisdição será desta, mas deverá estar em contato com a autoridade lançadora para questões técnicas a serem operacionalizadas, isso devido às tecnologias usadas para cada lançamento, para cada operação realizada no espaço sideral.

> Artigo 3º
>
> Se for recebida informação de que o pessoal de uma nave espacial pousou no alto mar ou em qualquer outro local fora jurisdição de qualquer Estado, ou se tal fato for descoberto, as Partes Contratantes, com possibilidade de fazê-lo, prestarão assistência, se necessário, às operações em busca e salvamento desse pessoal de fim de assegurar o seu rápido salvamento, deverão informar a autoridade lançadora e o Secretário-Geral das Nações Unidas das medidas que estão tomando e do seu progresso.

Neste caso, está salientando aquilo que está explicitado no artigo 1º, mas com a característica de que a nave espacial não foi localizada de forma imediata por haver pousado em alto mar, por isso está a frase "se for descoberto", ou seja, havendo buscas contínuas e juntando as informações seria possível localizá-la e localizando-a, serão feitas as atividades pertinentes para o salvamento dos astronautas da forma mais rápida possível, pois conforme várias situações na história dos salvamentos de astronautas, em vários casos quando a demora em encontrá-los é longa os mesmos foram encontrados sem vida, ou por falta de oxigênio ou carbonizados, infelizmente.

> Artigo 4º
>
> Se, devido a acidente, perigo, pouso forçado ou involuntário, e pessoal de uma nave espacial pousar em território sob a jurisdição de uma Parte Contratante, ou tiver sido encontrado em alto mar, ou em qualquer outro lugar fora da jurisdição de qualquer Estado, tal pessoal será pronta e seguramente restituído aos representantes da autoridade lançadora.

Do primeiro tratado, 1966, consta a famosa qualificação de astronauta, "como enviado da humanidade no espaço cósmico" e o dever consignado aos Estados de lhes prestar "toda a assistência possível em caso de acidente, perigo ou aterrissagem forçada de um outro Estado-parte do tratado ou em alto mar" (art. 5º, 1ª alínea). Há uma solidariedade entre astronautas que se comprometem, "sempre que desenvolverem atividades no espaço cósmico e nos corpos celestes"

a prestar "toda a assistência possível aos astronautas dos outros Estados-partes do tratado ou em alto mar" (*ibidem*).

Tal disposição é o núcleo inicial a partir do qual se desdobrou o processo de codificação o qual culminou dois anos mais tarde no Acordo sobre Salvamento de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico. Concluído em Londres, Washington e Moscou, a 22 de abril de 1968, esse Acordo, vigente entre nós nos termos do Decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973, se refere também à restituição de objetos lançados ao espaço cósmico.

Não estacionou aí o mecanismo de desenvolvimento das normas espaciais. Sobre responsabilidade internacional também versou a Convenção de 1967. Os Estados-partes, assim como as organizações internacionais, têm essa responsabilidade em decorrência de atividades nacionais realizadas no espaço cósmico (artigo VI). Todo Estado-parte "que proceda ou manda proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico" – acrescenta o artigo VII – "e qualquer Estado-parte cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto será responsável, do ponto de vista internacional, pelos danos causados a outro Estado-parte do Tratado ou a suas pessoas naturais pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo".

Tal foi o núcleo normativo do qual germinou e se desenvolveram as disposições componentes da Convenção sobre responsabilidade por danos causados por objetos espaciais, aberta à assinatura em Londres, Moscou e Washington, a 29 de março de 1972 e que o Brasil promulgou, por via do Decreto nº 71.981, de 23 de março de 1973. Também a convenção pioneira de 1967 se referia a registro de objeto lançado ao espaço cósmico, registro esse que direta ou indiretamente é contemplado nas convenções de 1968 e de 1972, a que acabamos de nos reportar. Eis aí precedentes que acabaram por convergir na convenção sobre registro de objetos lançados no espaço exterior, aberta à assinatura em Nova York, a 14 de janeiro de 1975, convenção essa a qual o Brasil não está vinculado.

O âmbito das ações dos Estados no satélite da Terra não ficou excluído das quatro convenções espaciais, que temos citado. A quinta convenção, adotada pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 5 de dezembro de 1979 e aberta à assinatura em Nova Iorque 13 dias depois, intitula-se, precisamente, Tratado Regulamentador das Atividades dos Estados na Lua e Outros Corpos Celestes.

Assim é que, exemplificativamente, o artigo III demanda seja a Lua usada pelas Partes exclusivamente para propósitos pacíficos, enquanto o artigo IV dispõe ser ela província de toda a humanidade e deve ser utilizada em benefício e interesse de todos os Países, independentemente do respectivo grau de desenvolvimento econômico ou científico. "Atenção devida (diz esse artigo) deve ser prestada no interesse das atuais e futuras gerações assim como para a

necessidade de promover níveis mais altos de vida e condições de progresso e desenvolvimento econômico e social" (Rangel, 2021, p. 13-14).

5 – Acidentes fatais envolvendo astronautas prévios ao Acordo de Salvamento de Astronautas de 1968

Salienta-se que o presente acordo de salvamento de astronautas não foi feito sem alguma provocação, pelo contrário, prévio a este documento aconteceram três graves acidentes em 1967.

5.1 – Acidente do Apollo 1 ou AS-204

Em 27 de janeiro de 1967, os astronautas Virgil Grissom, Ed White e Roger Chaffee, do Projeto Apollo 1 ou AS-204, morreram no solo em um incêndio dentro da cabine de comando. O que ocorreu de fato foi um curto-circuito no interior da cabine, Grissom, via rádio, comunicava que havia fogo no "cockpit". Segundos mais tarde, podia-se ouvir Chaffee dizendo que ele e seus companheiros sairiam do módulo de comando. Mas não puderam, pois a escotilha de saída possuía apenas trancas mecânicas, e os esforços dos astronautas na tentativa de abri-la mostraram-se inúteis. A equipe que trabalhava fora da espaçonave procurava, em vão, abrir a escotilha em meio ao calor insuportável.

Quando, finalmente, conseguiu-se abrir o módulo de comando os três astronautas já estavam mortos, ainda que a roupa espacial os tenha protegido do fogo, a inalação excessiva de fumaça foi fatal. Como resultado desse acidente, toda programação do projeto Apollo foi atrasada em 21 meses. Durante esse período, os engenheiros da NASA modificaram completamente a cabine do módulo de comando. Cerca de 1.300 alterações foram feitas[4].

Em 27 de janeiro de 1967, a tragédia tratada supra aconteceu na plataforma de lançamento do Cabo Kennedy durante um teste de pré-voo da Apollo 204 (AS-204). A missão seria o primeiro voo tripulado da Apollo e estava programado para ser lançado em 21 de fevereiro de 1967. Os astronautas Virgil Grissom, Edward White e Roger Chaffee perderam a vida quando um incêndio varreu o módulo de comando, ou CM.

A investigação exaustiva do incêndio e o extenso retrabalho dos módulos de comando da Apollo adiaram os lançamentos tripulados até que os funcionários da NASA os liberassem para o voo. Os cronogramas do Saturn IB foram suspensos por quase um ano, e o veículo de lançamento que finalmente recebeu

4 COMITEE ON AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES. *Apollo 204 accident*. 30 jan. 1968. Disponível em: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/as204_senate_956.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

a designação AS-204 carregava um módulo lunar, ou LM, como carga útil, em vez de um CM. As missões AS-201 e AS-202 com a espaçonave Apollo a bordo eram conhecidas não oficialmente como missões Apollo 1 e Apollo 2. O AS-203 carregava apenas o cone aerodinâmico do nariz.

Na primavera de 1967, o Administrador Associado da NASA para Voos Espaciais Tripulados, Dr. George E. Mueller, anunciou que a missão originalmente programada para Grissom, White e Chaffee seria conhecida como Apollo 1, e disse que o primeiro lançamento do Saturn V, programado para novembro de 1967, seria conhecido como Apollo 4. O eventual lançamento do AS-204 ficou conhecido como missão Apollo 5. Nenhuma missão ou voo foi designado como Apollo 2 ou 3.

O segundo lançamento de um Saturn V ocorreu dentro do cronograma, na madrugada de 4 de abril de 1968. Conhecido como AS-502, ou Apollo 6, o voo foi um sucesso, embora dois motores do primeiro estágio desligaram prematuramente e o motor do terceiro estágio não conseguiu reacender após atingir a órbita[5].

5.2 – Acidente do Soyuz 1

Soyuz 1 (Союз 1) foi a primeira missão tripulada do programa espacial soviético Soyuz, que ocorreu em 23 de abril de 1967. Inicialmente programada para realizar um encontro em órbita com a Soyuz 2, com troca das tripulações no espaço, a missão terminou em tragédia. O cosmonauta Vladimir Komarov, piloto, morreu no impacto com o solo. Esta foi a primeira fatalidade humana num voo espacial. A missão usou a nave Soyuz pela primeira vez de forma tripulada, e o objetivo do programa deveria ser uma preparação para os planos soviéticos, nunca publicamente revelados, de levar homens à Lua.

A Soyuz 1 foi lançada em 23 de abril de 1967 às 00h32 GMT do Cosmódromo de Baikonur transportando Komarov, o primeiro cosmonauta soviético a voar duas vezes no espaço, na cápsula 7K-OK No[6]. Os problemas começaram logo após o lançamento, quando um painel solar não se desdobrou, levando a uma escassez de energia para os sistemas da nave espacial. Outros problemas com os detectores de orientação complicaram a manobra da nave. Na órbita 13, o sistema de estabilização automática estava completamente morto e o sistema manual era apenas parcialmente eficaz.

5 NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Apollo 1*. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission/apollo-1/. Acesso em: 18 jun. 2024.

6 MILKUS, Alexandre. *A tragédia da Soyuz-1:* por que o cosmonauta Vladimir Komarov caiu. *Komsomolskaya Pravda*, 23 abr. 2017. Disponível em: https://www.kp.ru/daily/26669.3/3689755/. Acesso em: 16 jun. 2024.

A tripulação da Soyuz 2 modificou os objetivos da missão, preparando-se para um lançamento que incluiria o conserto do painel solar da Soyuz 1. Porém, naquela noite, tempestades em Baikonur afetaram o sistema elétrico do propulsor, fazendo com que a missão fosse cancelada.

Como resultado do relatório de Komarov durante a 13ª órbita, o diretor de voo decidiu abortar a missão. Após 18 órbitas, a Soyuz 1 disparou seus retrofoguetes e reentrou na atmosfera da Terra. Apesar das dificuldades técnicas até então, Komarov ainda poderia ter pousado em segurança. Poucos minutos antes da tragédia, Komarov manteve contato por rádio com Gagarin, em particular, afirmando: Para retardar a descida, primeiro o paraquedas foi acionado, seguido pelo paraquedas principal. Porém, devido a um defeito, o paraquedas principal não se abriu; a razão exata do funcionamento do paraquedas principal é contestada (Milkus, 2024).

6 – O ambiente de trabalho de um astronauta

O ambiente de trabalho de um astronauta é totalmente diferente de um trabalhador que trabalha em solo, ou seja, na superfície terrestre e sujeito à gravidade, dentre outras formas de forças físicas e até químicas. É por isso que é importante salientar que ele precisa estar muito bem preparado para condições de trabalho que só encontrará quando estiver no espaço sideral, ou seja, a centenas, milhares e com certeza, no futuro a milhões de quilômetros e anos-luz do planeta Terra, considerando que "ano-luz" é uma medida de distância e não uma medida de tempo, que infelizmente, muita gente confunde.

O astronauta quando vai para o espaço sideral usando um ônibus espacial, ele primeiramente chegará à Estação Espacial Internacional ou "ISS" na sigla no idioma Inglês, como será explicado em breve, justamente para entender melhor sobre o que ele vai enfrentar, e claro, chegando à ISS encontrará um ambiente sem gravidade e com astronautas de vários países do mundo, só que este local precisa de manutenção o tempo todo e é por isso que de vez em quando precisam sair dele para fazê-la, neste caso, usam uma roupa própria para isso e que vai ser explicado a seguir.

Então, explicando o ambiente de trabalho do astronauta, na faixa que vai de 80 quilômetros da superfície da Terra até cerca de 690 quilômetros, existe a termosfera. A 80 km, a pressão atmosférica é cerca de quatro milionésimos daquela existente ao nível do mar e a temperatura é de 80 graus Celsius negativos. Nessas condições, a atmosfera é predominantemente formada de N2 (nitrogênio) e O2 (oxigênio). A partir dessa altitude, a temperatura se eleva em função dos processos de dissociação e ionização, causados pela radiação solar. A 690 quilômetros, a pressão é 0,3 trilionésimo daquela existente ao nível do mar.

Para efeitos práticos tem-se o vácuo, sendo a atmosfera predominantemente constituída por oxigênio atômico. A energia liberada pelos processos de dissociação e ionização eleva a temperatura atmosférica para 725 graus Celsius. No entanto, aqui existe uma noção de temperatura diferente da usual. Normalmente é feita uma relação da temperatura à sensação térmica de "quente" e "frio". Mas a definição mais científica de temperatura está associada à energia cinética das partículas, aqui entendidas como moléculas e átomos. Fisicamente, essa alta temperatura na termosfera resulta de uma elevada velocidade dos átomos de oxigênio, mas, como a atmosfera é rarefeita, raramente há colisão entre elas.

Na prática, se um termômetro fosse colocado nessa altitude, ele estaria sujeito à radiação solar, à radiação terrestre e, finalmente, ao vácuo do espaço. Nessa situação, a temperatura por ele medida não seria aquela associada à energia cinética dos constituintes da atmosfera, uma vez que a possibilidade de colisão dessas partículas com o termômetro seria diminuta. Consequentemente, a temperatura registrada resultaria de dois processos simultâneos: absorção de radiação solar e terrestre pelo termômetro, que tenderia a aumentar a sua temperatura, e perda de energia, via radiação térmica, para o vácuo do espaço distante, cuja temperatura é de 270 graus Celsius, negativos.

Considerando-se que vários satélites estão localizados na termosfera, não é difícil concluir que, ao darem em torno de 15 voltas por dia na Terra, estes (satélites) estão sujeitos a enormes variações de temperatura. Além disso, estão desprotegidos da radiação nociva proveniente do Sol, a qual pode danificar seus equipamentos. De modo similar, os astronautas que trabalham na montagem da Estação Espacial Internacional (ISS) também ficam sujeitos a este ambiente quando passam horas em atividades extraveiculares (fora da estação ou também conhecidas como "caminhadas espaciais").

7 – A Estação Espacial Internacional (ISS)

A Estação Espacial recebeu oficialmente a aprovação do Presidente Reagan e um orçamento aprovado pelo Congresso dos EUA em 1984. O administrador da NASA, James Beggs, começou imediatamente a encontrar parceiros internacionais que cooperassem no programa. Canadenses, japoneses e muitas nações da Agência Espacial Europeia começaram a participar do programa logo depois.

A Estação foi projetada entre 1984 e 1993. Elementos da Estação estavam em construção nos EUA, Canadá, Japão e Europa a partir do final da década de 1980. Em 1993, enquanto a Estação passava por uma reformulação, os russos foram convidados a participar.

Foi feito acordo para prosseguir em duas fases. Durante a primeira fase, os ônibus espaciais da NASA transportariam astronautas e cosmonautas para a Estação Orbital Russa Mir. Os EUA ajudariam a modificar dois módulos construídos na Rússia para albergar experiências norte-americanas e internacionais e para estabelecer processos de trabalho entre as nações participantes. Durante a Fase 2, liderada pelos EUA e pela Rússia, todas as nações participantes contribuiriam com elementos e tripulantes para uma nova Estação Espacial Internacional (ISS).

Cinco agências parceiras, a Agência Espacial Canadense, a Agência Espacial Europeia, a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial, a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço e a Corporação Espacial Estatal "Roscosmos", operam a Estação Espacial Internacional, com cada parceiro responsável por gerenciar e controlar o *hardware* que ele fornece. A estação foi concebida desde o início para ser interdependente e depende de contribuições de toda a parceria para funcionar.

A Estação Espacial Internacional (ISS) é a combinação única de objetivos unificados e diversificados entre as agências espaciais mundiais que levarão a melhorias na vida na Terra para todas as pessoas de todas as nações. Embora os vários parceiros da agência espacial possam enfatizar diferentes aspectos da investigação para atingir os seus objetivos na utilização da ISS, estão unificados em vários objetivos globais importantes[7].

7.1 – Características da Estação Espacial Internacional (ISS)

Os componentes da ISS foram construídos em vários países ao redor do mundo, com cada peça atuando uma vez conectada no espaço, uma prova do trabalho em equipe e da coordenação cultural. Como um conjunto Lego, cada peça da ISS foi lançada e montada no espaço, utilizando complexos sistemas robóticos e humanos em trajes espaciais conectando linhas fluidas e fios elétricos.

A ISS é o maior objeto feito pelo homem a orbitar a Terra. A ISS tem um volume pressurizado de aproximadamente 900 m^3 (31.000 pés) e uma massa de mais de 400.000 kg (900.000 lbs). Os números reais variam conforme os veículos de reabastecimento logístico vêm e vão de forma frequente e regular. Os painéis solares da ISS cobrem uma área de 2.247 m^2 (24.187 pés) e podem gerar 735.000 kW-hora de energia elétrica por ano. A estrutura da ISS mede 109 m (358 pés) (entre matrizes) por 51 m (168 pés) (comprimento do módulo da extremidade dianteira do PMA2 até a extremidade traseira do SM).

A ISS orbita a uma altitude entre 370-460 km (200-250 nm). Ele cai continuamente em direção à Terra devido ao atrito atmosférico e requer disparos

7 NASA – National Aeronautics and Space Administration. *International Spacial Station*. Disponível em: https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/. Acesso em: 23 jun. 2024.

periódicos de foguetes para impulsionar a órbita. A inclinação orbital da ISS é de 51,6º, permitindo que a ISS voe sobre 90% da Terra habitada.

A ISS transporta uma tripulação de três a 13 pessoas, dependendo do número de pessoas e veículos de passageiros durante os períodos de transferência. Ela hospeda continuamente uma tripulação de sete pessoas. A construção da ISS exigiu 36 voos de montagem do Ônibus Espacial e seis lançamentos de foguetes russos Proton e Soyuz. Mais lançamentos continuam, à medida que novos módulos são concluídos e prontos para se tornarem parte do complexo orbital[8].

8 – O equipamento de proteção individual do astronauta ou "unidade de mobilidade extraveicular"

Salienta-se, e muito, que o astronauta para poder explorar e trabalhar no espaço é urgido de levar o seu meio ambiente, afinal, não existe atmosfera para suprir a pressão e oxigênio necessários para suportar a vida dele. Sem pressão atmosférica suficiente, os fluidos do corpo começam a esquentar e ferver. Sem oxigênio o astronauta não poderá respirar, consequentemente morrerá.

Roupas espaciais servem para muitas funções. As roupas espaciais são pressurizadas, têm uma provisão de oxigênio, protegem o astronauta contra o bombardeamento de micrometeoroides enquanto estiverem em uma caminhada espacial, além de isolá-lo de severas mudanças de temperatura que ocorrem no espaço. Os astronautas do ônibus Espacial têm mais de uma "roupa" para uma viagem espacial. O que eles vestem durante uma missão é determinado pela tarefa que eles executam.

Durante o lançamento e reentrada, os astronautas vestem uma roupa parcialmente pressurizada e uma mochila de paraquedas. A roupa possui um capacete, luvas e botas que servem como proteção para o astronauta. Dentro da roupa existem bolsas que automaticamente se enchem de ar em presença de pressões reduzidas na cabine. Quando há baixas pressões, o sangue se acumula nas partes baixas do corpo, fazendo com que o astronauta sofra um desmaio.

As bolsas mantêm a pressão nas partes baixas do corpo, para que o desmaio não ocorra. Durante as horas de trabalho no Ônibus Espacial em órbita, os astronautas usam roupas confortáveis como camisas, calças, ou roupas de voo, além disso, antes de cada missão, a tripulação de voo recebe jaquetas forradas, *shorts* para dormir, chinelos e roupas de baixo.

Enquanto trabalhando do lado de fora do Ônibus Espacial, durante uma missão, os astronautas vestem uma unidade de mobilidade extraveicular (em

8 NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Station Assembly Elements*. Disponível em: https://www.nasa.gov/international-space-station/international-space-station-assembly-elements/. Acesso em: 23 jun. 2024.

inglês, *extravehicular mobility unit* – EMU). Esta roupa tem partes trocáveis, então ela pode ser montada para servir em astronautas diferentes. Isto faz com que a roupa tenha um custo mais efetivo, uma vez que pode ser reusada. A EMU tem uma roupa de refrigeração líquida, a qual é uma peça de roupa única, feita de um material elástico (*spandex*), e que mantém o astronauta frio enquanto ele estiver dentro da roupa.

Esta unidade também contém fones de ouvido e microfones, uma bolsa com água para beber, um sistema de suporte de vida contendo oxigênio e um dispositivo para coleção de urina. Luvas estão incluídas na unidade, juntamente com um capacete e visor. Tudo isso é necessário para proteger o astronauta contra micrometeoroides, radiação solar, radiação infravermelha, mudanças de temperatura, mudanças de pressão e privação de oxigênio.

Para ajudar o astronauta a movimentar-se livremente durante uma caminhada no espaço, uma unidade de manobra tripulada (em inglês, *manned maneuvering unit* – MMU) pode ser ligada à EMU. A MMU é uma mochila movida a nitrogênio que permite que o astronauta voe com precisão. A MMU tem uma câmera de 35 milímetros ligada a ela para que o astronauta possa tirar fotos em voo[9].

9 – Conclusões

A responsabilidade por acidentes envolvendo astronautas é dos Estados Signatários, salientando que se o dano foi provocado por uma ferramenta ou objeto em órbita de um determinado país, este será responsabilizado, mas até isso acontecer, tanto o Estado lançador como os demais Estados, podem dividir essa responsabilidade para salvar o astronauta acidentado.

No caso de aterrissagem forçada de astronautas no território de um país signatário, este será o primeiro a socorrê-los em conjunto com a autoridade lançadora para orientações técnicas especializadas. Se a aterrisagem forçada acontecer em alto mar, fora da jurisdição de qualquer país signatário, a autoridade lançadora e o secretário da ONU deverão ser informados para tomarem as decisões pertinentes.

Importante salientar que o país da Agência Espacial também é responsável pelo astronauta, afinal é ela (a agência espacial) que o seleciona e faz todo o treinamento antes de enviá-lo para o espaço sideral, afinal, ele (o astronauta) também é um prestador de serviço.

O ambiente de trabalho do astronauta não é na superfície terrestre, mas, sim, em um ambiente sem gravidade, sujeito à radiação solar com altas e baixas

9 NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Vestimenta espacial*. Disponível em: https://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/space2_p/ward_p.html Acesso em 10 jun. 2024.

temperaturas e com riscos de lixo espacial e de poeira espacial, sendo bem diferente do trabalhador comum, e sem acesso a um local de trabalho tão peculiar, mais ainda se for fazer uma caminhada no espaço para cumprir ordens da Terra.

Sendo o ambiente do trabalho do astronauta um local muito diferente do trabalhador comum, obviamente esse acaba usando um equipamento de proteção especial ou "espacial" ou unidade de mobilidade extraveicular, permitindo que ele fique protegido da radiação solar e poeira estelar, fazendo com que seu corpo mantenha uma estabilidade fisiológica para que continue vivo, tanto dentro quando fora da Estação Espacial Internacional.

Referências

BRASIL. *Decreto nº 71.989, de 26 de março de 1973*. Promulga o Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de objetos Lançados ao Espaço Cósmico. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d71989.html. Acesso em: 10 jun. 2024.

COCCA, Aldo Armando. La condición jurídica del cosmonauta. *Revista de Derecho Público*, n. 9, p. 239-257, 1968. Disponível em: https://revistaderechopublico.uchile.cl/index.php/RDPU/article/view/31888. Acesso em: 18 maio 2024.

COMITEE ON AERONAUTICAL AND SPACE SCIENCES. *Apollo 204 accident*. 30 jan. 1968. Disponível em: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/as204_senate_956.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

MILKUS, Alexandre. *A tragédia da Soyuz-1:* por que o cosmonauta Vladimir Komarov caiu. *Komsomolskaya Pravda*, 23 abr. 2017. Disponível em: https://www.kp.ru/daily/26669.3/3689755/. Acesso em: 16 jun. 2024.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Apollo 1*. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission/apollo-1/. Acesso em: 18 jun. 2024.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Astronauts*. Disponível em: https://www.nasa.gov/humans-in-space/astronauts/. Acesso em: 14 jun. 2024.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. *International Spacial Station*. Disponível em: https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/. Acesso em: 23 jun. 2024.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. *Station Assembly Elements*. Disponível em: https://www.nasa.gov/international-space-station/international-space-station-assembly-elements/.

RANGEL, Vicente Marotta. Codificação do direito espacial. *Revista da Sociedade Brasileira de Direito Aeroespacial*, v. 100, p. 13-14, dez. 2021. Disponível em: https://sbda.org.br/revista/. Acesso em: 20 maio 2024.

VON DER DUNK, Frans. A sleapy beaty awakens: the 1968 Rescue Agreement after forty years. *Space Cyber, and Telecommunications Law Program Faculty Publications*, n. 29. 2008. Disponível em: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=spacelaw. Acesso em: 20 maio 2024.

Como citar este texto:
ESTRADA, Manuel Martin Pino. O ambiente de trabalho do astronauta e os acidentes de trabalho no espaço sideral: qual é a legislação aplicável? *Revista do Tribunal Superior do Trabalho*, Porto Alegre, v. 90, n. 2, p. 238-252, abr./jun. 2024.