

Lixo Espacial Terrestre: Características e Consequências Segundo a Contabilidade Ambiental, Considerando As Ações da National Aviation And Space Agency - Nasa

Célia Maria Braga Carneiro

Osório Cavalcante Araújo

Rodrigo Marques Bernardo

Resumo:

O presente artigo tem por objetivo contribuir para a elucidação das análises sobre o lixo espacial existente no Planeta Terra e a responsabilidade social da Agência Nacional Aeronáutica e Espacial dos Estados Unidos - National Aviation and Space Agency - NASA - com relação a este tema. Para tanto, será apresentado de forma introdutória o contexto pelo qual essa forma de lixo surgiu, as características, peculiaridades, legislação pertinente e a extensão do problema, onde será imprescindível o emprego de estudos e pesquisas realizados por diversos agentes envolvidos. Em seguida, avaliar-se-á a importância do tema e o risco desse tipo de lixo para a sociedade e o meio ambiente, e especialmente ao setor aeroespacial diretamente envolvido com a exploração espacial. A Contabilidade Ambiental, como ramo da ciência contábil focado nas ações das entidades relacionadas à mutação patrimonial relativa ao meio ambiente, é utilizada como forma de avaliar a responsabilidade social quanto ao tratamento do lixo espacial terrestre na NASA. Procurar-se-á identificar, por fim, as medidas que podem ser tomadas para melhorar a limpeza do espaço orbital terrestre. Os dados do presente estudo foram obtidos pelas técnicas de pesquisa documental primária e pesquisa bibliográfica. Para aplicação prática dos conceitos teóricos abordados foi elaborado o estudo de caso da NASA. Considerando-se os métodos de abordagem aplicados na pesquisa científica foram utilizados como método de investigação científica, predominantemente o dedutivo e subsidiariamente o indutivo.

Área temática: *Seção de Estudantes*

**LIXO ESPACIAL TERRESTRE: CARACTERÍSTICAS E
CONSEQUÊNCIAS SEGUNDO A CONTABILIDADE AMBIENTAL,
CONSIDERANDO AS AÇÕES DA *NATIONAL AVIATION AND SPACE
AGENCY* – NASA**

TRABALHO E-4.105

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo contribuir para a elucidação das análises sobre o lixo espacial existente no Planeta Terra e a responsabilidade social da Agência Nacional Aeronáutica e Espacial dos Estados Unidos – *National Aviation and Space Agency* – NASA - com relação a este tema. Para tanto, será apresentado de forma introdutória o contexto pelo qual essa forma de lixo surgiu, as características, peculiaridades, legislação pertinente e a extensão do problema, onde será imprescindível o emprego de estudos e pesquisas realizados por diversos agentes envolvidos. Em seguida, avaliar-se-á a importância do tema e o risco desse tipo de lixo para a sociedade e o meio ambiente, e especialmente ao setor aeroespacial diretamente envolvido com a exploração espacial. A Contabilidade Ambiental, como ramo da ciência contábil focado nas ações das entidades relacionadas à mutação patrimonial relativa ao meio ambiente, é utilizada como forma de avaliar a responsabilidade social quanto ao tratamento do lixo espacial terrestre na NASA. Procurar-se-á identificar, por fim, as medidas que podem ser tomadas para melhorar a limpeza do espaço orbital terrestre. Os dados do presente estudo foram obtidos pelas técnicas de pesquisa documental primária e pesquisa bibliográfica. Para aplicação prática dos conceitos teóricos abordados foi elaborado o estudo de caso da NASA. Considerando-se os métodos de abordagem aplicados na pesquisa científica foram utilizados como método de investigação científica, predominantemente o dedutivo e subsidiariamente o indutivo.

PALAVRAS-CHAVES:

Responsabilidade Social, Meio-ambiente, lixo espacial, NASA.

Área Temática (4): CONTROLADORIA DA GESTÃO AMBIENTAL E DA
RESPONSABILIDADE SOCIAL

Seção Especial de Estudantes de Graduação

**LIXO ESPACIAL TERRESTRE: CARACTERÍSTICAS E
CONSEQUÊNCIAS SEGUNDO A CONTABILIDADE AMBIENTAL,
CONSIDERANDO AS AÇÕES DA *NATIONAL AVIATION AND SPACE
AGENCY* – NASA**

INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente têm refletido, de um modo geral, na forma e na intensidade pela qual o homem tem explorado e modificado os recursos naturais existentes no planeta. Sabendo-se que a consciência ambiental só se reflete a partir de ações realizadas pelos diversos agentes de uma sociedade, deve-se buscar o quanto antes ampliar o conhecimento quanto à extensão dos problemas ambientais e as medidas que podem minimizar o impacto no meio ambiente do desenvolvimento humano. Além disso, dentro de uma concepção sistêmica, um determinado problema ambiental a princípio endógeno à atividade do setor ou da entidade pode afetá-la de forma direta.

Assim, a perspectiva de otimização dos processos produtivos e a adequação às leis tem gerado a necessidade nas entidades de adotarem de forma sistemática uma postura pró-ativa diante do meio ambiente, como parte de um sistema mais abrangente que vem a determinar o grau de responsabilidade social, o que hoje é reconhecidamente um fator positivo para a garantia da continuidade dessas entidades. Tendo em vista a importância da busca das empresas por processos e métodos que possam abranger a preocupação com a preservação ambiental, da relevância do tema para o desenvolvimento da indústria aeroespacial e da necessidade de se avaliar o grau de relevância do tema, originou-se o seguinte questionamento: A Agência Nacional de Aeronáutica e Espaço Norte-americana - NASA tem se preocupado em estudar e reduzir o efeito e características do lixo espacial?

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é contribuir para a elucidação das análises sobre o lixo espacial terrestre, suas características e consequências sociais, econômicas e ambientais, e a responsabilidade social da NASA com relação a este tema. Considerando a relativa novidade do tema, tornar-se-á necessário realizar uma breve discussão a respeito de ações normalmente realizadas no meio aeroespacial, bem como de características da órbita terrestre. Procurar-se-á apresentar, respectivamente: o contexto histórico pelo qual essa forma de lixo surgiu, as características, peculiaridades, legislação pertinente e a extensão do problema, onde serão empregados estudos e pesquisas conduzidos por diversos agentes envolvidos. A partir daí, será possível avaliar a importância do tema e o risco desse tipo de lixo para a sociedade e o meio ambiente, e especialmente ao setor aeroespacial diretamente envolvido com a exploração espacial.

A Contabilidade Ambiental, como ramo da ciência contábil focado nas ações das entidades relacionadas à mutação patrimonial relativa ao meio ambiente, é utilizada como forma de avaliar a responsabilidade social quanto ao tratamento do tema na entidade escolhida para a verificação prática, no caso a Agência Nacional de Aeronáutica e Espacial dos Estados Unidos – *National Aviation and Space Agency* – NASA. Procurar-se-á identificar, por fim, as medidas que podem ser tomadas para melhorar a limpeza da área espacial terrestre.

Para a realização deste trabalho, foi realizado um estudo exploratório, com base em pesquisa bibliográfica e documental, em que foi averiguada o conceito, características, identificação e risco do lixo orbital, bem como a pesquisa das ações e

projetos voltados ao tema por parte da Agência Nasa. Quanto à extensão da pesquisa, foram feitas consultas à internet, além de artigos e periódicos, inclusive por correio eletrônico com conceituados pesquisadores sobre o tema lixo espacial.

1. EVOLUÇÃO DA RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL

Observa-se que ao longo da história o processo de conscientização ambiental sempre representou uma redução no ímpeto da exploração econômica dos recursos naturais, já que envolve necessariamente um patrimônio que pertence à coletividade e às gerações futuras. Assim, o desenvolvimento de organizações não-governamentais preocupadas com a preservação ambiental, a realização de diversos estudos relativos à degradação ambiental realizados por parte da comunidade científica e o desenvolvimento do direito ambiental em diversos países ensejou das empresas uma postura mais responsável quanto ao meio ambiente, sensibilizando e estimulando os demais agentes a exigirem uma maior responsabilidade ambiental.

Ao mesmo tempo, surgia uma forma de pensamento e organização administrativa que se coadunava com um contexto de mudanças, que aos poucos se estabelecia, caracterizado pela incerteza, por novos métodos de produção e metas de eficiência, competitividade e expansão dos mercados.

Sob a visão sistêmica, cada decisão estratégica tomada por parte da empresa tem uma repercussão – em maior ou menor intensidade sob todos os demais agentes sociais e econômicos relacionados à empresa, tais como fornecedores, investidores, empregados, governo, etc. Tem-se, portanto, de um lado, a evolução da responsabilidade social por parte das empresas e agentes sócio-econômicos, que podem definir, sob esse enfoque, ações que possibilitem tomar medidas de controle ambiental que não apenas causem impacto na comunidade, ou na região em que atuam, mas que tenham uma dimensão mais ampla, ou seja, que impulsionem os demais agentes da sociedade a trabalhar no sentido de preservar ou recuperar o meio ambiente.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO, no documento *Contribution of Environmental Education* (2001:01) afirma que a "Educação Ambiental é um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornem aptos a agir e resolver problemas ambientais presentes e futuros".

O sentimento de responsabilidade social voltado à preservação do meio ambiente, quando verificado de forma sistêmica, de fato impulsiona a todos os agentes à ação de preservação.

- **Estado** - ao elaborar leis que incentivem a preservação e que possam inibir e punir agressões ao meio ambiente, entre outras medidas;
- **Sociedade** - consumidora, ao exercer a sua responsabilidade pela preservação do meio ambiente, dentro da parte que lhe cabe - por exemplo, exigindo das entidades maior responsabilidade social, tais como: produtos cujos processos de produção e embalagens ou cuja descartabilidade do produto e seus componentes causem o mínimo de impacto ao meio ambiente; e finalmente;

- **Empresas** - para que atendam os anseios da sociedade, e promovam a educação ambiental e o respeito à legislação pertinente e ainda procurem mobilizar-se para estimular toda a cadeia produtiva para se imbuir do mesmo propósito.

Entretanto, o conjunto de ações no sentido de promover a preservação do meio ambiente não ocorre de forma coordenada, ou seja, cada um dos agentes responde à necessidade de ter maior responsabilidade social à sua maneira, de acordo com a necessidade de mudança de seu modo de agir. Além disso, observa-se que o processo de tomada de decisão quanto à preservação ambiental está relacionado ao risco de ocorrência de um impacto no patrimônio, seja de forma tangível, como a perda de equipamentos e concessões, ou o pagamento de multas, ou de forma intangível, através do desgaste sofrido pela marca ou a perda da confiabilidade nos produtos ou serviços, e até mesmo a queda na produtividade relacionada com o desmotivação dos empregados.

Dentre as diversas ações que visem promover a preservação ambiental, figuram aquelas relacionadas ao tratamento adequado dos lixos e resíduos em suas diversas formas, tais como: Lixo residencial, industrial, agrícola, nuclear, etc. Apesar dessa grande variedade, observa-se que a maior parte dos pesquisadores tem tratado muito pouco do lixo espacial, que sem dúvida representa um subproduto das atividades do setor aeroespacial, e sobre o qual carecem ainda estudos quanto a atribuição da responsabilidade social dos agentes por ele responsáveis.

2. LIXO E O LIXO ESPACIAL OU ESPACIAL

O conceito de lixo tem evoluído ao longo do tempo, e tem apresentado várias conotações tanto no senso comum como no campo científico. Segundo o Novo Dicionário da Língua Portuguesa (2002:01), a definição de lixo de forma geral é:

1. aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; entulho.
2. P. ext. Tudo o que não presta e se joga fora.
3. Sujidade, sujeira, imundície.
4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor.
5. Restr. Resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais, etc.

Sabe-se hoje que o lixo tem valor econômico, através do processo de reciclagem de resíduos e embalagens, e muito disso se deve às pesquisas desenvolvidas para a preservação do meio ambiente.

Na concepção científica, verifica-se alguns tipos de lixo que realmente representam elementos sem qualquer aproveitamento. Um exemplo disso pode ser apresentado de acordo com o Novo Dicionário da Língua Portuguesa (2002:01), o lixo espacial, que são " Satélites artificiais desativados e/ou detritos provenientes desses objetos lançados pelo homem ao espaço, e que podem oferecer ameaça aos astronautas e às espaçonaves".

O lixo espacial configura-se como ponto de preocupação por parte da comunidade científica, empresas e agentes envolvidos na exploração espacial, por se constituir em um risco às atividades espaciais que, se não controlado e monitorado, pode levar a prejuízos consideráveis ao meio ambiente e à sociedade em geral, especialmente porque existe uma perspectiva de crescimento no lançamento de missões espaciais, novos satélites e outros objetos fabricados pelo homem em órbita terrestre,

por diversos países que estão adquirindo ou já têm tecnologia suficiente para tais fatos, e pelo próprio interesse da sociedade e dos governos dos países em deter tais tecnologias.

2.1. Lixo Espacial Terrestre

2.1.1. Conceito

Lixo espacial terrestre, ou detrito espacial ou orbital, segundo o *Orbital Debris Research* (2002:2), “é qualquer objeto fabricado pelo homem situado sobre a órbita da Terra que não mais possui finalidade ou utilidade.” Podem ser considerados detritos espaciais: aeronaves abandonadas e estágios superiores de foguetes lançadores de satélites; veículos transportadores para múltiplos equipamentos; detritos intencionalmente liberados durante o processo de separação da espaçonave do veículo lançador ou durante operações referentes a missões; detritos criados como resultado de explosões ou colisões de espaçonaves ou estágios superiores; resíduos sólidos de motores de foguetes; e partículas minúsculas de tinta liberadas por tensão térmica ou por impacto de pequenas partículas. Adiciona-se a esse conceito, de acordo com Mourão (2002:01), os fragmentos de "aparelhos destruídos pela ação das armas anti-satélites".

Segundo a Exitus (1981:141), "a atmosfera terrestre é uma camada grossa de ar que circunda a Terra e envolve o globo terrestre como se fosse um oceano de ar no fundo do qual vive o homem". Dentro desse espaço formado pela composição de diversas camadas de gases, cujo tamanho pode variar entre 1.000km e 1.600km, torna-se importante destacar o papel da gravidade e das leis de gravitação. A gravidade, quando aplicada aos objetos em órbita, é a força de atração que a Terra exerce sobre objetos que se encontram no espaço, mas apenas até a distância em que essa influência não é neutralizada pela de outro corpo celeste. A intensidade dessa força de gravidade, portanto, está diretamente relacionada à massa do objeto em órbita e indiretamente relacionada à distância em que o mesmo se encontra do centro da Terra.

Os conceitos apresentados mostram que no espaço espacial terrestre atuam um conjunto de forças, dependendo das condições de massa e altitude dos corpos, que os permitem manter-se como satélites em um determinado ponto do oceano de ar e gases que circunda a Terra. De fato, os satélites artificiais estão sujeitos a forças equacionadas na lei de gravitação universal enunciada por Isaac Newton (1642-1727). Assim, quando um detrito espacial está situado na sua órbita ou plano de órbita, as forças gravitacionais que nele incidem se anulam, e o mesmo tende a gravitar sobre a Terra por um período variável. O plano espacial, por ser em forma elíptica, normalmente compreende as distâncias máximas e mínimas em relação ao objeto orbitado, respectivamente denominadas de apogeu e perigeu. Se a órbita estiver a centenas de quilômetros de altitude do planeta, o tempo necessário para que esse objeto se desintegre na atmosfera naturalmente pode durar vários séculos, sem que seja possível estimar com precisão o seu retorno à atmosfera, nessas condições.

2.2. Identificação e Mensuração

Segundo o *Orbital Debris Research* (2002:01), existem aproximadamente 10.000 (dez mil) detritos espaciais maiores que 10cm de diâmetro em órbita. A quantidade estimada de partículas entre 1cm e 10 cm em diâmetro é maior que 100.000. O número de partículas menor que 1cm provavelmente excede as dezenas de milhões. Os detritos orbitais grandes (maiores que 10cm) são rotineiramente acompanhados pela Rede Norte-Americana de Monitoramento Espacial - *U.S. Space Surveillance Network*, ligada à NASA, bem como por redes de monitoramento de agências espaciais internacionais. Os objetos de tamanho até 3mm podem ser detectados por radares terrestres, o que permite prover uma base para a estimativa estatística de seus números, embora que Mourão (2002:01) assevere que o limite de visibilidade de objetos em um radar terrestre seja de 20 cm.

Medições da quantidade de lixo espacial menor que 1mm podem ser feitas através do exame dos impactos realizados na superfície de espaçonaves que retornaram à Terra de forma intacta, apesar dessa forma de pesquisa ter sido limitada a espaçonaves operando em altitudes inferiores a 600km.

De acordo com CyberMundo (2002:55), distinguem-se quatro tipos de órbita:

- **Órbita Terrestre Baixa (*Low Earth Orbit - LEO*)** - de altitude inferior a 2.000km. O que equivale a períodos orbitais com menos de 225 minutos.
- **Órbita Terrestre Média (*Medium Earth Orbit - MEO*)** – definido por objetos orbitando entre as órbitas LEO e GEO.
- **Órbita Terrestre Geossíncrona ou Geoestacionária (*Geosynchronous Earth Orbit - GEO*)** – definido por objetos orbitando a Terra a altitudes de aproximadamente 36.000 km, o que equivale a um período espacial de aproximadamente 24 horas.
- **Outros** – definidos por órbitas altamente excêntricas e que transistam entre LEO e outras altitudes maiores.

Por conta da força gravitacional, a zona de órbita de satélites estende-se em zonas muito além daquelas sobre a qual considera-se compreender a atmosfera, como por exemplo a zona geoestacionária, a 36.000km da Terra, onde é bastante comum a localização de satélites.

A maior parte do lixo espacial catalogado encontra-se numa distância de até 2.000km de altitude, em Órbita Baixa, e a quantidade de lixo varia significativamente com a altitude. Segundo o *Orbital Debris Research* (2002:02) identificam-se "regiões" ou zonas de concentração de lixo espacial próximas dos 800km, 1.000km e 1.500km. São grupos de detritos orbitando de forma conjunta.

Apesar dessa vastidão representada pelo espaço onde se situam os satélites artificiais, as velocidades são altíssimas. Segundo Krause (1998:1), à velocidade com a qual estes objetos encontram-se em órbita, uma esfera de metal do tamanho de uma unha que se chocar contra um objeto maior libera energia equivalente à explosão de uma granada. De fato, em órbita terrestre baixa, o lixo espacial orbita a uma velocidade de 7 a 8 quilômetros por segundo, o que dá em média 27.000 quilômetros por hora.

2.3 Legislação pertinente

De acordo com o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1995:8), até o presente, três tratados provêm a base para quase todas as discussões relevantes sobre detritos espaciais e legislação no âmbito internacional:

- **Tratado do Espaço Sideral, de 10 de outubro de 1967**, com referências nos artigos VI, VII e IX, onde basicamente delimita aos países signatários a responsabilidade internacional por atividades espaciais, a obrigatoriedade de pagamento de possíveis danos provocados pela queda de objetos lançados por eles no espaço e o direito de solicitação de consulta por parte de países receosos quanto à interferência potencial das atividades espaciais por uma atividade planejada ou experiência de outro país signatário.
- **Convenção de Responsabilidade, de 1 de setembro de 1972** - e a Convenção de Registro, de 15 de setembro de 1976 vieram complementar a responsabilidade dos países por prejuízos provocados por seus objetos espaciais. A Convenção de Responsabilidade determina a responsabilidade por perdas causadas em qualquer lugar fora da superfície terrestre para um objeto espacial de um país lançador ou para pessoas ou propriedade a bordo tais como um objeto espacial pertencente a outro país, se o prejuízo for causado por falha deste país ou das pessoas responsáveis. A Convenção de Registro determina por sua vez que todos os países com objetos espaciais lançados notifiquem e forneçam os parâmetros orbitais dos mesmos às Nações Unidas. Ainda no artigo VI desta convenção, determina-se que as nações com sistemas de monitoramento e busca devam auxiliar na identificação de objetos espaciais causadores de perdas.

Segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1995:8), observa-se que muitos aspectos relativos aos detritos espaciais não são citados, tais como a adoção de medidas visando conter a geração de novos detritos. O segundo problema é que os tratados se aplicam aos objetos identificados e catalogados, mas a propriedade da vasta maioria dos detritos espaciais é desconhecida. Finalmente, há o problema quanto à definição legal de detritos espaciais e objetos espaciais que não é muito esclarecedora para se cobrar passivos.

2.4 – Comunidades Envolvidas na Questão do Lixo Espacial

Segundo McKnight (2001:1), existem de um modo geral quatro “comunidades” envolvidas na questão do lixo espacial:

- **Comunidade Operacional** - é composta por fabricantes de satélites e veículos de lançamento; agências espaciais e companhias que lançam e operam espaçonaves; e as forças armadas. Esta é a comunidade que todos os outros dão suporte, apesar de haver momentos onde esta se confunde com as demais comunidades. Ela é composta pela indústria aeroespacial pelas outras instituições com fins militares e científicos, cuja principal finalidade é

executar as operações de fabricação, construção, lançamento e monitoramento de missões espaciais e objetos lançados no espaço.

- **Comunidade de Pesquisa Científica** - é intimamente ligada às operações espaciais; freqüentemente, algumas organizações acumulam responsabilidades do tipo pesquisa e operação. A pesquisa é tanto beneficiária como contribuinte para o desenvolvimento da comunidade operacional no espaço, mas depende dos sistemas operacionalizados que permitam viagens freqüentes ao espaço, pois do contrário haveria pouca oportunidade para o teste dos mais avançados e úteis experimentos e invenções. Entretanto, a maioria desses avanços está sendo diretamente estimulada pela comunidade operacional, normalmente muito ligada com a comunidade de pesquisa e desenvolvimento científico até do ponto de vista organizacional. A NASA, por exemplo, tem claramente divididas as funções operacionais e as funções de pesquisa e desenvolvimento. Uma das razões para esta integração é a própria apropriação da tecnologia desenvolvida na fabricação de equipamentos para fins comerciais.
- **Comunidade de Seguros** - é responsável por estabilizar financeiramente grande parte da comunidade operacional através da garantia para que os riscos sejam tomados. As companhias que representam esses interesses têm tomado por base a experiência do setor aeronáutico, utilizando um feedback das operações deste setor e adaptando-as ao setor aeroespacial. O custo do prêmio de seguro para a atividade espacial é normalmente muito concentrado, uma vez que a maioria dos custos do prêmio incidem sobre o lançamento e o estágio inicial de colocação em órbita, mesmo quando a cobertura do mesmo compreende espaços de tempo mais longos após o início das operações do sistema.
- **Comunidade Legal** - trata de uma perspectiva a longo prazo: formação de políticas, leis e regulamentação que terão efeitos em um longo prazo e que se estende a todas as outras comunidades, além de influenciar futuras regulamentações por meio de reuniões e estudos. São exemplos:
 - Associação de Direito Internacional - ILA;
 - Comitê de Coordenação de Inter-agências - IADC
 - Academia Astronômica Internacional - IAA
 - Legislações específicas em países como a Rússia, os Estados unidos e o Japão, relativos ao lixo espacial.

Para McKnight (2001:2), torna-se importante destacar que a maior parte das pessoas envolvidas nas comunidades operacionais, de seguros e legais têm como foco central a resposta à seguinte pergunta: “O lixo espacial irá afetar o modo como o meu trabalho é realizado?”.

2.4.1 - Relação entre a evolução da Indústria Aeroespacial e o lixo espacial produzido

A indústria aeroespacial compreende um segmento voltado especificamente para o uso de tecnologias de emprego misto, ou seja, compreendendo o lançamento, suporte e manutenção de veículos e equipamentos da atmosfera para a entrada em órbita. Assim,

essa diferencia-se da indústria aeronáutica por operar no espaço suborbital, em altitudes bem superiores às normalmente utilizadas por aviões comuns. A tecnologia e a técnica de lançamentos espaciais obedeceu a uma seqüência que teve início ainda na Segunda Guerra Mundial, com a tecnologia empregada pela Alemanha na fabricação dos primeiros mísseis de longo alcance (V-2), capazes de atingir altitudes de até 180km. Com o advento da Guerra Fria e o aporte destas tecnologias e de novas pesquisas, a partir do final dos anos cinqüenta teve início uma série de tentativas bem-sucedidas de lançamentos espaciais por parte de americanos e russos, no que se refere a satélites, missões tripuladas e pesquisas diversas.

A Indústria Aeroespacial tem como principais finalidades:

- **Comerciais** - indústria de telecomunicações, institutos de monitoramento meteorológico e climático, localização geográfica e cartográfica;
- **Institucionais** – desenvolvimento de pesquisas diversas sobre a Terra; observação astronômica;
- **Militares** - espionagem, programa de detecção de minas, armamentos, destruição de mísseis intercontinentais e interbalísticos em órbita e satélites-espões (Programa Norte-Americano denominado Guerra nas Estrelas, por exemplo);

Todas as agências espaciais, empresas aeroespaciais, divisões especiais das Forças Armadas se desenvolveram ao longo das últimas cinco décadas, graças ao sucesso obtido pelas descobertas espaciais e o interesse estratégico de obter a vanguarda na corrida espacial.

O desenvolvimento dessa indústria compreende o desenvolvimento contínuo de tecnologia e resistência de materiais, aerodinâmica e *design* de veículos transportadores, veículos aproveitáveis ou lançadores - *Space Shuttle* (normalmente denominados de ônibus espaciais), Veículos Lançadores Extensíveis (*Extendable Launch Vehicles* - ELV), entre outros, onde destaca-se a sua importância para a transferência de tecnologia à indústria aeronáutica, o progresso científico. Pode-se ainda citar o desenvolvimento de armas e conhecimentos para fins militares.

A exploração comercial do espaço foi impulsionada especialmente devido ao espetacular desenvolvimento das telecomunicações, dado que um objeto em órbita poderia transmitir e receber informações em tempo real e livres de interferências. Segundo o Almanaque Abril (1998:663), os primeiros satélites de comunicação lançados a partir do *Score I*, em 1958 eram lançados em baixa órbita. A partir do satélite *Syncom*, em 1963, tornou-se comum o lançamento de satélites em órbitas geossíncronas, que hoje constituem-se na zona de maior concentração de satélites de telecomunicações, meteorológicas, militares e científicas.

Atualmente, a quantidade de novos materiais, combustíveis, informações e tecnologia adquirida a partir dessa exploração ocasionaram um aprimoramento no estabelecimento das telecomunicações entre países em tempo real, transportes, monitoramento climático e muitos outros benefícios. Mas todas as missões espaciais já lançadas deixaram ou deixam um custo ambiental, com a geração de resíduos que se mantiveram ou se mantêm no espaço próximo à Terra, seja por meio de pequenas partículas que podem se desprender dos equipamentos durante o processo de satelização ou colocação em plano de órbita, ou por equipamentos pesando várias toneladas descartados no espaço.

O lançamento de foguetes e espaçonaves com satélites, por exemplo, envolvem equipamentos dotados de estágios, ou seja, partes compostas de propulsores e tanques de combustível que possibilitam ao equipamento elevar-se até a órbita estacionária em que se deseja lançar o satélite. Normalmente estes estágios retornam à Terra e são incinerados pela atmosfera, mas existem diversos deles que não dispõem de equipamento ou controles que permita seu direcionamento a zonas de atrito com a atmosfera. Além disso, o risco de explosão decorrente de combustíveis residuais nesses estágios é apontado como uma das principais causas de fragmentos de detritos espaciais.

Mesmo antes do lançamento do primeiro satélite artificial há quase 45 anos – o satélite soviético *Sputnik* foi lançado em 04/10/1957 - existiam no espaço circunvizinho à Terra uma quantidade natural de pequenas partículas espaciais, determinadas de meteoróides. Tais partículas são o resultado de fragmentos de meteoritos maiores que não chegaram a ser atraídos pela gravidade terrestre de forma a se desintegrarem na atmosfera. No entanto, a quantidade desses objetos é mínima, e não representaria qualquer risco significativo à atividade aeroespacial. Existem, segundo estimativas do *Orbital Debris Research* (2002:1), uma quantidade aproximada de 200 kg desses meteoróides. Por outro lado, segundo Pierre Moskowa¹ citado por Bischof (1999:1), o homem já lançou em órbita o equivalente a 2.000 toneladas.

2.5 – Estudos e Pesquisas Realizados Com o Lixo Espacial

De acordo com o *NATIONAL RESEARCH COUNCIL* (1995:8), as principais agências espaciais a terem conduzido experimentos no campo do lixo espacial são: a NASA, a Agência Espacial Européia (que compreende as agências de diversos países europeus) que tem conduzido estudos em separado com relação aos detritos espaciais; a Agência Espacial Japonesa e a Agência Espacial Russa (RSA). Alguns países não têm conduzido pesquisas nesse campo, tais como o Chile, por ainda considerarem os riscos decorrentes do lixo espacial muito pequenos quando comparados ao custo envolvido nas práticas e processos mais prioritários aos interesses da agência espacial desses países.

Tendo em vista a quantidade de equipamentos, a experiência e a tecnologia agregadas por décadas de exploração espacial, destacando-se em relação às demais agências espaciais de outros países, especialmente no que se refere ao tratamento do lixo espacial, optou-se por estudar a Agência NASA, no sentido de avaliar as suas ações e responsabilidade social quanto ao tratamento do lixo espacial por ela produzido.

As opiniões de especialistas e o resultado de estudos ainda divergem quanto ao risco e a extensão do problema do lixo espacial. Segundo o especialista da NASA Donald Kessler, citado por Krause (1998:01), já chegou-se a um ponto crítico ou mesmo próximo dele.

Já segundo Mourão (2001:02), um estudo recente solicitado pela NASA demonstrou que a probabilidade de colisão entre um detrito espacial maior que 1 cm e a Estação Orbital Internacional - ISS será de 3,15% a 5,3%, o que exigirá mais investimentos em segurança e desenvolvimento de materiais.

Já Moskowa, citado por Bischoff (1999:1) afirma que, de fato, dada a imensidão do espaço, atualmente só existem riscos limitados, calcula-se que há uma possibilidade de perda de satélites por um choque com lixo espacial em dez mil. Mesmo assim,

¹ Diretor de técnicas espaciais do Centro Francês de Estudos Espaciais (CNES).

levando-se em conta os lançamentos de satélites previstos em órbita baixa (entre 600 e 2.000 km de altitude), se não forem tomadas medidas urgentes, a situação poderá piorar em muito, já que o número de resíduos vai aumentar de maneira exponencial.

De acordo com Mourão (2001:04), em 24 de janeiro de 1978, o satélite espião russo Cosmos 954, dotado de um pequeno reator nuclear desintegrou-se na atmosfera em cima do lago Baker, no norte do Canadá. Resíduos radioativos foram encontrados num campo próximo, o que provocou a limpeza da área e um pagamento de indenização de 2,55 milhões de dólares por parte dos responsáveis, originando passivo para os seus responsáveis.

Ainda segundo Mourão (2001:05), em setembro de 1987 o vaqueiro Valmir dos Santos assistiu à queda do satélite norte-americano ISEE-1 sobre o município de Floriano, a 200 quilômetros de Teresina, Piauí. O mesmo declarou que tinha acordado para tirar o leite das vacas e viu uma estrela caindo e se esfarelando. Correu para casa e ficou esperando o fim do mundo e a morte junto com as crianças.

De acordo com o *Orbital Debris Research* (2002:2), a possibilidade de detecção de lixo espacial terrestre em órbitas geossíncronas é bastante limitada, mesmo que hajam estimativas de que a quantidade de lixo nessa órbita seja inferior àquela constatada em órbita baixa. Sabe-se apenas, que, pelo fato da órbita geoestacionária ser considerada um recurso natural, muitos operadores de espaçonaves lançam-nas em órbitas ainda mais altas, em 'zonas' de despejo ao final de suas missões.

Outro ponto que merece destaque é a possibilidade de desenvolvimento de um mercado de turismo espacial, onde o desenvolvimento de veículos recuperáveis seguros e de baixo custo deverão. Segundo Piore (2002:01), existe todo um ambiente propício ao desenvolvimento de tecnologias capazes de levar as pessoas a viagens orbitais, a um custo "acessível". Pesquisas de mercado realizadas por entidades privadas descobriram que 20% dos americanos pesquisados com renda total de no mínimo um milhão de dólares pagariam cerca de cem mil dólares por quinze minutos no espaço. Existem prêmios de até dez milhões de dólares oferecidos à primeira empresa a lançar em menos de duas semanas civis no espaço sub-orbital (100km). A questão é que não se sabe até que ponto estas espaçonaves serão capazes de prever, desviar ou até mesmo de suportar um choque com um pedaço de lixo espacial, considerando-se que o risco de colisão com esses objetos no espaço, mesmo na já monitorada órbita baixa, poderá representar um risco crescente.

3. A CONTABILIDADE AMBIENTAL E A RESPONSABILIDADE SOCIAL DO SEGMENTO AEROESPACIAL

Apesar da pouca difusão da evidência contábil das empresas do segmento aeroespacial, observa-se a partir dos elementos tratados nesse estudo que é um setor que movimenta um volume de recursos muito grande e que assume posicionamento estratégico diferenciado quando foca suas atividades nas finalidades institucionais e militares.

Além dos aspectos supracitados há ainda a questão do nível de regulamentação sob todos os aspectos, de modo especial para esse estudo o enfoque ambiental, dadas as especificidades do segmento. A Contabilidade sob uma concepção científica preocupa-se com o estudo do patrimônio das entidades e o fornecimento de informações úteis à

tomada de decisão logo, o patrimônio das entidades que tratam do segmento aeroespacial torna-se importante objeto de estudo da ciência contábil sob dois aspectos, considerando-se o meio ambiente:

- 1) **Patrimônio da Entidade** - a empresa aeroespacial tem elevado nível de investimento e despesa para acompanhar e controlar o lixo espacial, tanto em aquisição de máquinas, equipamentos, instrumentos etc. como na remuneração de capital intelectual necessário para realizar tais tarefas. Além, dos gastos em aprimoramento de processos e matérias-primas que minimizem a produção de lixo espacial. Vislumbra-se portanto, um conjunto de ativos tangíveis e intangíveis com natureza de ativo ambiental e um grupo de passivos ambientais decorrentes de ações legais e de equidade.
- 2) **Fornecimento de Informações** - considerando-se as divergências apresentadas pelos estudiosos do assunto, sobre o nível dos riscos do lixo espacial, o que não se pode sob o aspecto contábil é minimizar a evidenciação tendo em vista a fidelidade de representação dos eventos econômicos que afetam o patrimônio das entidades aeroespaciais. Além disso, a evidenciação dos aspectos ambientais das empresas desse segmento geram maior confiabilidade aos seus usuários de modo geral, especialmente a sociedade que por desconhecimento do assunto pode se sentir ameaçada com notícias que trazem baixo nível de conteúdo científico.

A sociedade já se encontra mais atuante sob o aspecto de acompanhamento e controle da responsabilidade social empresarial e ambiental, mas no que se refere a objetos mais tangíveis do seu cotidiano como: embalagens de produtos, uso de reciclados, processos poluentes, preocupação com a preservação de matas e animais em extinção, descartabilidade de produtos nocivos ao meio ambiente, uso de insumos que agridem ao ambiente, extração desordenada de matéria-prima etc. No entanto, existe um lixo que está acima das pessoas, que circula em alta velocidade no espaço que cerca a terra e que parece algo intangível para muitos, mas além dos seus perigos é preciso destacar a perspectiva de crescimento desse elemento tendo em vista o avanço do segmento aeroespacial e sua expectativa de expansão, considerando-se até a indústria de turismo espacial.

4. ESTUDO DE CASO - NASA

4.1. Agência Espacial - NASA

Criada em 1958, a Agência Nacional Aeronáutica e Espacial dos Estados Unidos – *American Aviation Space Agency* – NASA, é um órgão ligado ao Governo dos Estados Unidos da América, criado com a finalidade de explorar novos horizontes da ciência e tecnologia usando tecnologias inovadoras. Para tanto, tem procurado estimular o avanço na exploração humana, e no uso e desenvolvimento do espaço; avanço na comunicação de conhecimento científico e entendimento da Terra e dos demais corpos celestes; pesquisa, desenvolvimento, verificação e transferência de tecnologia aeronáutica avançada e espacial.

O orçamento da NASA para o exercício de 2003 encontra-se dividido nas áreas apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1

Detalhamento das Atividades da NASA por Área de Concentração - 2001

<p>I- Vôos espaciais tripulados</p> <p>1-Estação Espacial Internacional (ISS); 2-Ônibus espacial; 3-Abastecimento e suporte de ELV(?) 4-Investimentos e suporte 5-Comunicação espacial e sistemas de informações 6-Segurança, garantia da missão, engenharia</p>
<p>II- Tecnologia de Ciência Aeronáutica</p> <p>1 - Ciência espacial 2- Pesquisa física e biológica 3 - Ciência da Terra 4 - Tecnologia aeroespacial</p>
<p>III - Operações espaciais</p> <p>1 - Programas acadêmicos</p>
<p>IV - Assuntos especiais</p>

Fonte: NASA *Annual Report* 2001 (2002:02)

4.2. Lixo Espacial - Responsabilidade Social e Ambiental da NASA

Observa-se que a existência de um lixo espacial gerado pelos equipamentos descartados e outras fontes poluidoras passou a preocupar os pesquisadores, tendo em vista o risco decorrente da perda de equipamentos, a utilização de combustíveis radioativos e sólidos, entre outros aspectos. Tudo isto gerou a necessidade de desenvolver diversas pesquisas e estudos, bem como mobilizar recursos para a catalogação e o monitoramento permanente dos objetos espaciais desativados, lançados no espaço espacial por ela utilizado.

Dentre as ações realizadas pelo Centro Espacial Johnson, pertencente à NASA, figuram a de realizar pesquisas no sentido de desenvolver e melhorar os sistemas de informações sobre detritos espaciais em órbita. Estes sistemas permitem descrever as características atuais e futuras das zonas onde contém detritos, as fontes contribuintes ou emissoras de lixo e os processos pelos quais os mesmos são removidos de rotas orbitais que ameacem as operações espaciais. O modelo EVOLVE é o mais completo e complexo, e possibilita prever os efeitos futuros de vários métodos propostos para reduzir o ambiente com detritos espaciais. O corrente modelo de engenharia é o ORDEM2000, que basicamente realiza a simulação das zonas de detrito espacial por computador para o desenvolvimento de aeroespçonaves e para observações em órbita baixa, e que é de livre acesso ao público através da internet.

Outra função do referido Centro espacial da NASA é conduzir medições de impactos em hipervelocidade para avaliar o risco apresentado pelos detritos espaciais

para as espaçonaves em operação e no desenvolvimento de novos materiais e desenhos para prover uma proteção melhor do ambiente espacial.

Para melhor compreender a natureza e a origem do impacto de detritos microscópicos nos equipamentos, foi lançado e trazido de volta ao planeta um equipamento de exposição de longa duração LDEF - que passou a constituir um dos mais importantes conjuntos de detritos orbitais catalogados. A análise detalhada dos agentes causadores dos impactos ao longo do período de seis anos de exposição permitiu o levantamento da composição de 20.000 impactos documentados, dos quais 1.000 sofreram análise química como forma de determinar a origem do projétil. Superfícies críticas de espaçonaves como o ônibus espacial Columbia são verificadas após cada vôo. Outras superfícies incluem aquelas do satélite solar Max e o Telescópio Espacial Hubble.

A medição de lixo espacial em órbitas inferiores é realizada, segundo a NASA, por meio de observações em radares terrestres e telescópios, telescópios espaciais e a análise de superfície de espaçonaves. A informação obtida por estas fontes provê a validação dos modelos orbitais e identificam a presença de novas fontes.

Segundo McKnight (2001:2), da mesma forma como qualquer assunto complexo, de alçada internacional, há uma tendência nítida de se tratar sobre os detritos espaciais de forma genérica, antes que qualquer ação ou mesmo chamada para ação seja iniciado. No entanto, esta situação irá mudar quando os detritos causarem diversos colisões com satélites importantes ou mesmo se os analistas apenas preverem uma colisão importante dentro de poucos anos.

O referido autor assevera ainda que, apesar da quantidade de eventos e reuniões para discussão do tema, ou mesmo de estudos divulgados nessas ocasiões, faltam estudos e pesquisas que tratem de forma objetiva o assunto, e especialmente tragam informações que venham adicionar-se àquelas já existentes, como a pesquisa de novas maneiras de tratamento do lixo espacial, por exemplo.

De acordo com o relatório *Orbital Debris, a Technical Assessment* (1995:8), o número de objetos espaciais catalogados - entre satélites em operação e lixo espacial - tem crescido de forma linear desde 1960, a uma taxa média de 220 objetos por ano. De acordo com Mourão (2001:03), a média de entrada na atmosfera de objetos espaciais é de 33 a 35 por mês, incluindo-se meteoritos e objetos artificiais.

Sem o efeito da queda de órbita causada pela atração gravitacional até a atmosfera, o crescimento no número de objetos espaciais poderia ser ainda muito maior. Até a data do referido estudo, mais de 15.000 objetos catalogados (aproximadamente o dobro da população atualmente catalogada em órbita) tem se desintegrado na atmosfera e, nos picos de 11 anos de atividade solar a diminuição de objetos catalogados tem ocasionalmente superado os aumentos, resultando em um declínio no total da população de objetos catalogados. É, portanto, o equilíbrio entre a criação de novas fontes causadoras de lixo espacial e a desintegração do lixo espacial existente que determinará a magnitude e a distribuição da população de lixo espacial nos próximos anos, variando de acordo com a altitude e a taxa sobre a qual isto irá crescer ou diminuir em cada uma dessas zonas.

Dentre as medidas realizadas por operadores destinados a minimizar a geração de lixo espacial citam-se:

- esvaziamento de estágios de foguete utilizados para o lançamento de satélites em órbita;

- utilização de satélites com sistemas autopropulsores, capazes de se moverem para órbitas que possibilitem a minimização do tempo de órbita e a consequente desintegração na própria atmosfera.

Segundo Mourão (2001:06), o monitoramento da poluição provocada pelos objetos em órbita é ainda realizado pelo Comando de Defesa Aeroespacial Norte-americano - Norad, instalado em uma fortaleza subterrânea capaz de resistir a um ataque nuclear total, utilizada pela Força Aérea dos Estados Unidos para a vigilância de atividades espaciais, e vinculado aos órgãos máximos de defesa e governo daquele país.

Para Mourão (2002:03), "graças às lançadeiras espaciais foi possível reduzir a quantidade de lixo orbital".

De acordo com Mourão (2001:07), recentemente surgiu uma idéia de invenção de um robô-lixeiro espacial - *Autonomous Space Processor for Orbital Debris*. No entanto, após pesquisa na NASA FY 2003 (2002:1-1080), constatou-se que não referências explícitas quanto à previsão de gastos com nenhum equipamento diretamente relacionado à pesquisa e desenvolvimento de equipamentos voltados à limpeza espacial, o que pode significar que a idéia ainda está sendo desenvolvida.

Com base em Mourão (2001:07), até hoje não existe nenhum caso de ferimento provocado por queda de satélites ou lixo espacial, mas o perigo é preocupante, se for considerado que esse risco é bem maior para naves, equipamentos e astronautas em órbita.

Tem-se que o problema do lixo espacial impacta de forma direta na forma pela qual são conduzidas as atividades no espaço e subsidiariamente os efeitos provocados pelo descumprimento dos tratados e convenções internacionais, e de forma indireta pelo descumprimento do papel das empresas no sentido de exercerem a responsabilidade social.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como foi necessário que as nações cujas sociedades demonstraram de forma pioneira uma preocupação com o meio ambiente, adotando medidas que primeiramente reconhecessem as reservas de recursos naturais, para que, anos mais tarde, implementassem ações afirmativas no sentido de garantir a preservação desses recursos, observa-se que, no caso do lixo espacial, este padrão tem seguido a mesma sequência.

Assim, o ponto atual para os cuidados com o lixo espacial é bastante relevante, considerando-se a construção da Estação Espacial Internacional, que colocará novos países em missões no espaço. As medidas que podem ser tomadas devem basicamente abranger:

- A realização de estudos mais abrangentes com relação à catalogação e à identificação de lixo espacial, especialmente nas áreas a partir de 2.000km onde a detecção de objetos é ainda limitada;
- desenvolvimento de tecnologias e a adoção de processos e métodos que minimizem a criação de novo lixo, de forma a conter o seu crescimento;

- A aprovação de leis que consolidem as práticas já consagradas de redução do lixo orbital, de forma a ter alcance mais amplo, e ainda garantir a vedação às atividades que incorram em mais lixo orbital, tais como a destruição de satélites por meio de anti-satélites.

Um dos principais desafios de hoje é a aprovação de uma legislação internacional mais específica, que passe a exigir a adoção de medidas de contenção de lixo orbital, ao invés de apenas alguns países fazerem menção em sua legislação, para que o estado, como representante da sociedade, exerça o seu direito de ter um espaço natural limpo.

Acredita-se que, da mesma forma como o advento da tecnologia de veículos lançadores capazes de retornar à Terra veio a reduzir a criação de lixo espacial, novas tecnologias serão implementadas de forma a garantir a redução ainda mais o lixo já existente, bem como garantir a segurança de equipamentos e pessoas em atividade nas áreas próximas à Terra.

A averiguação da Responsabilidade Social da Agência Nasa em relação ao lixo orbital concluiu que a estrutura e complexidade das instalações, pessoal mobilizado, equipamentos e pesquisa de materiais demonstra que o aparato necessário para a garantia da segurança é muito grande. Embora a entrada de objetos na atmosfera seja frequente e possua uma expectativa de crescimento, há muito o que ser desenvolvido em termos de medidas de redução de lixo espacial. Além disso, mesmo que nenhum recurso esteja sendo alocado para novos projetos especificamente voltados à busca da minimização ou redução do lixo espacial, conforme foi constatado, ainda não é possível determinar se o volume de recursos investidos é compatível com o grau de responsabilidade sobre os objetos espaciais lançados ou ainda sob a responsabilidade técnica da NASA. Sabe-se apenas que as tecnologias já utilizadas e os recursos normalmente alocados ao Centro Espacial Johnson, principal órgão responsável pela pesquisa de detritos orbitais na NASA tem como missão o monitoramento permanente destes objetos.

BIBLIOGRAFIA

ALMANAQUE ABRIL 99. São Paulo: Abril, 1999. 834 p. ISSN 0104-4788.

BISCHOF, Vilem. O crescente problema do lixo espacial. *Cruzeiro do Sul Online*, Sorocaba, 30 jun. 1999. Disponível em: < http://servicos.jcruzeiro.com.br/colunas/conq_espacial/19990630.shtml>. Acesso em: 10 jun. 2002.

CONTRIBUTION of Environmental Education. Desenvolvido pela UNESCO, 2001. Disponível em: <<http://www.unesco.org/education/esd/english/education/contrib.shtml>>. Acesso em: 30 jul. 2002.

EXITUS Enciclopédia. 7. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1981, v.8^a. ed., v. 5.

KRAUSE, Mara Regina. Lixo espacial. *A Notícia*, Joinville, 10 fev. 1998. Disponível em: <http://www.na.com.br/1998/fev/10/0opi.htm>. Acesso em: 10 jun. 2002.

LIXO. In: Novo Dicionário da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <http://www.uol.com.br/aurelio/index_result.html?stype=k&verbete=lixo&x=21&y=5>. Acesso em: 29 jul. 2002.

McKNIGHT, D. The legal and insurance communities' perspective on orbital debris. *Orbital Debris Quaterly News*. Disponível em: <<http://sn-callisto.jsc.nasa.gov/newsletter/v2i4/v2i4-3.html>>. Acesso em : 10 jun. 2002.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. Lixo Espacial: a ameaça às naves espaciais e aos astronautas. *Eco21*, Rio de Janeiro, 21 mar. 2001. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=96>>. Acesso em: 30 jul. 2002.

_____. *Re: Artigo sobre lixo orbital*. Mensagem recebida por Robern78@yahoo.com em 29 jul. 2002.

NASA. FY2003 Congressional Budget. Disponível em: <<http://www.nasa.gov>>. Acesso em: 10 jun. 2002.

_____. Annual Report 2001. Disponível em: <<http://www.nasa.gov>>. Acesso em: 10 jun. 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Orbital Debris: a Technical Assessment*, 1995. Disponível em: <<http://pompeii.nap.edu/books/0309051258/html/index.html>>. Acesso em: 25 mai. 2002.

ORBITAL debris research at JSC. Wendell Mendell (Dir.). Desenvolvido pela NASA, [199-?]. Disponível em: <<http://www.orbitaldebris.jsc.nasa.gov>>. Acesso em: 10 jun. 2002.

O UNIVERSO poluído. *CyberMundo*, São Paulo, ano 1, n. 2, p. 50-57

PIORE, Adam. Reaching the final frontier. *Newsweek International*, New York, 22 jul. 2002. Disponível em: < <http://msnbc.com/news/781302.asp>>. Acesso em: 25 jul. 2002.