

## **Título – A Internet das Coisas**

Subtítulo – A Internet das Coisas e a indústria espacial

**Turma 1DK \_ Grupo**

1150389 \_ Anaísa Carvalho

**Docente**

Maria João Raposo, (MRP)

**Unidade Curricular**

Projeto de Engenharia em Eletrotecnia  
(PENGEL)

**20 novembro, 2017**

## Resumo

O objetivo deste trabalho é a investigação sobre a aplicabilidade da Internet das Coisas na indústria espacial.

De forma a cumprir este objetivo, numa primeira instância é abordado o conceito Internet das Coisas, como está a ser aplicado à mobilidade humana (nos diversos meios de transporte, contendo um exemplo em cada um deles) e à indústria espacial.

Para estudar o desenvolvimento da Internet das Coisas na indústria espacial, realizou-se um cronograma histórico desde o sonho humano de conquistar o céu até à atualidade da possível conquista de outros planetas.

Por fim, conclui o trabalho com uma opinião pessoal sobre o que acho ser a viabilidade sobre a aplicação da Internet das Coisas neste setor.

## Palavras-chave

Internet das Coisas

Meios de mobilidade

História Aeronáutica

História Aeroespacial

Aviação

Aeroespacial

Telecomunicação

## Índice

Resumo .....	II
Palavras-chave .....	II
1.Introdução .....	1
2.A Internet das Coisas .....	2
2.1 Definição .....	2
2.2. A Internet das Coisas e a mobilidade .....	4
2.3. Surgimento da indústria aeronáutica .....	7
2.4. Surgimento da indústria aeroespacial? .....	9
2.4.1. História .....	9
2.4.2. A internet no espaço (distribuição e comunicação).....	10
2.4.3. Na Estação Espacial Internacional (EEI).....	13
2.4.4. Nas sondas espaciais e veículos de transporte .....	14
2.4.5. Em robôs espaciais .....	16
2.4.6. Telescópios acedidos pela internet .....	18
2.4.7. Como pode ser aplicada a Internet das Coisas neste setor?.....	21
3.Conclusões.....	22
Referências .....	23
Anexos .....	26
Anexo 1. – Siglas e Acrónimos .....	26
Anexo 2. – Estrangeirismos .....	27

## Índice de quadros, figuras, abreviaturas

Figura 1: Infografia com os diversos meios de mobilidade e os tipos de transporte existentes em cada um .....	4
Figura 2: Infografia de formação de rede de internet.....	10
Figura 3: Comunicação entre o Curiosity e a Terra. Crédito: NASA .....	16
Figura 4: Comunicação entre o telescópio Hubble e a Terra. Crédito: NASA .....	18

## 1. Introdução

A minha motivação para escrever um trabalho sobre o tema da Internet das Coisas no meio espacial deve-se principalmente ao facto de a astronomia ser um dos meus grandes interesses, e hobbies. O interesse nas novidades tecnológicas e de engenharia sempre foi algo que me fascinou, pelo facto de serem áreas cujo desenvolvimento faz parte do meu leque de curiosidades. Também pela curiosidade na indústria aeronáutica, achei que este trabalho seria uma forma de união das três áreas de interesse e que poderia investigar sobre cada uma, as suas interligações, visto que, a nossa realidade se encontra cada vez mais conectada com a rede.

No entanto, acho que não faz sentido uma investigação, relativamente a qualquer tema em estudo, sem um panorama histórico sobre o que fez tornar uma realidade, logo inseri neste trabalho também uma parte mais histórica em relação ao meio aéreo.

Para a realização deste trabalho investiguei qual a realidade e o que é a Internet das Coisas. No entanto, como o meu objetivo final é a indústria espacial, investiguei primeiro como é que esta surgiu. De forma a possuir um maior contexto na matéria, pesquisei qual a história sobre a origem da indústria espacial e descobri que esta provém da indústria aeronáutica que, por sua vez, provém da mobilidade das pessoas. Chegando então à linhagem histórica, parti dessa para a realização deste trabalho.

O objetivo de toda esta pesquisa foi o conhecimento sobre como se comporta a Internet das Coisas, e em que situações ela é aplicada na indústria da mobilidade, mas em especial se um conceito tão recente já se estendeu a outra indústria recente – a do espaço.

## 2. A Internet das Coisas

### 2.1. Definição

O conceito de Internet das Coisas é ainda recente, logo é interessante perceber a sua existência em dicionário, ou se é apenas um conceito utilizado pela comunidade científica e tecnológica.

A Universidade de Cambridge possui um dicionário online, o qual foi utilizado para uma primeira abordagem ao conceito. É possível verificar que a Internet das Coisas já é algo que surge numa atmosfera fora da comunidade tecnológica e passa a ser utilizada entre o público geral. Como qualquer dicionário, a definição de um conceito descrito pelo mesmo, encontra-se de uma forma simples e pouco detalhada para o rápido entendimento de um público generalizado.

A definição de Internet das Coisas que o dicionário da Universidade de Cambridge expõe consiste na existência de um qualquer objeto que possua um dispositivo eletrónico com capacidade de se ligar a uma rede de internet e de trocar informação com outros dispositivos através da mesma [1]. Assim, é possível argumentar que a definição apresentada considera que a Internet das Coisas é algo físico (pela existência de um dispositivo eletrónico físico) mas, no entanto, é também virtual visto que se refere à comunicação eletrónica via internet (algo que fisicamente não existe, no sentido de não ser algo palpável). Este tipo de conceito pode ser apresentado como uma interligação entre a realidade física e a virtual.

Para além da definição promovida pelo dicionário da Universidade de Cambridge, e pelo facto de o conceito ser recente, recorreu-se ao Google Académico para obter uma definição mais extensa, e qual a origem da Internet das Coisas.

A Internet das Coisas surgiu inicialmente como “Auto-ID” e o seu conceito consistia em todas as inovações que permitissem a um mecanismo ser autómato, mais eficiente e mais preciso [2]. A tecnologia que mais facilmente se encontra associada a um aumento de automação, precisão e eficiência recai principalmente na implementação de sensores. No entanto, a necessidade de as máquinas responderem de forma mais autómata, permitiu o desenvolvimento de controlo por vias não manuais.

Para que a Internet das Coisas surgisse como uma rede global de aparelhos ligados uns aos outros e a comunicar entre si foi necessário um desenvolvimento de diversos campos científicos tais

como, a eletrónica (desenvolvimento de *hardware* capaz de receber, enviar e processar informação exterior), a informática (desenvolvimento de *software* capaz de interpretar a informação vinda de sensores e responder à mesma), as telecomunicações (de forma a que fosse possível a comunicação via internet dos dispositivos interligados), mas também de um campo mais literário, o da legislação (de forma a existirem protocolos que permitam a segurança das comunicações e a existência de legislação sobre a própria rede de internet)[3].

Desde que o conceito foi cunhado, por volta de 1999, a Internet das Coisas estende-se a cada vez mais áreas sendo, atualmente, quase global. Isto acontece devido à aplicabilidade de soluções interligadas à rede virtual é imensa. Antigamente, apenas era possível aceder à internet em computadores. Agora, dispositivos como *smartphones*, relógios, casas, eletrodomésticos, e carros já fazem parte dessa extensão da internet ao mundo dito real.

Esta evolução tecnológica das vias de comunicação permite que cada objeto físico consiga reconhecer informação na internet e responder de forma inteligente e adaptada à mesma, sem a necessidade de interação humana [4]. Consideremos, por exemplo, uma aplicação GPS que nos altere a rota por saber que mais à frente se encontra um acidente a condicionar o trânsito.

## 2.2. A Internet das Coisas e a mobilidade



Figura 1: Infografia com os diversos meios de mobilidade e os tipos de transporte existentes em cada um

Como a forma de mobilidade humana é um dos impulsos para o desenvolvimento tecnológico, pode ser considerada como o início da indústria aeroespacial. Sendo este tema o antecessor da conquista do meio aéreo e, sabendo que a Internet das Coisas já se encontra em quase todo o lado, relacionou-se através de um pequeno exemplo para cada tipo de mobilidade as inovações obtidas pela existência da Internet das Coisas. Isto, porque para percebermos a sua aplicabilidade temos de perceber como a mesma já nos afeta no dia a dia.

Existem três meios possíveis à mobilidade por todo o planeta, o terrestre, o marinho e o aéreo. Inserido em cada meio existem diversas formas de transporte, demonstradas na figura 1.

Dentro do meio terrestre é possível a mobilidade humana por duas vias, a ferroviária (comboios) e a rodoviária (carros, motos, camiões). Na via rodoviária, já se presencia a existência de algumas aplicações para *smartphones* sobre o estado do trânsito. Tomemos como exemplo a aplicação *Waze*. Esta aplicação instala-se no *smartphone*, e tem acesso à internet e à localização via *Global Positioning System* (GPS). Todos os utilizadores da mesma são denominados de *Wazers* [5].

Existem duas formas de a aplicação funcionar, introduzindo um destino ou simplesmente iniciando-a. Se o utilizador introduzir um destino, a aplicação calcula a rota mais rápida e com menos trânsito, recebendo as informações de todos os *wazers*. Se não for selecionada qualquer rota, a aplicação também nos dá as mesmas informações sobre o local onde nos encontramos, como avisos de velocidade, radares e congestionamento do trânsito; a única diferença encontra-se na não sugestão de rotas alternativas pela falta de um destino final. Possui também uma interação com o utilizador no sentido em que o mesmo ao passar por um acidente, por exemplo, ao carregar no mapa comunica o mesmo à aplicação e esta ao fim de algumas comunicações de vários utilizadores, comunica aos próximos que naquele local existe um acidente. Ao fazer essa comunicação ao utilizador seguinte, pergunta se o mesmo ainda se encontra ou não e caso já não exista retira-o dos avisos.

No setor ferroviário, o objetivo é alcançar vias ferroviárias completamente interligadas e com comunicação máquina para máquina. Este tipo de comunicação permite aos operadores ferroviários uma maior eficiência, segurança e redução de custos. Por exemplo, o comboio notificar quando necessita de manutenção e essa ao ser realizada atempadamente previne o desgaste de peças adjacentes, algo que não acontece com manutenções anuais [6].

Dentro do meio marítimo, a única possibilidade de transporte realiza-se através de embarcações, sejam estas de recreio (como cruzeiros) ou de transporte de materiais. Contudo, ambos os tipos de embarcações já se encontram otimizados pelo avanço da Internet das Coisas nesse ramo. Um pequeno exemplo, encontrasse na empresa Armlt, que possui uma solução de monitorização de barcos. A solução apresentada por esta empresa consiste em uma rede de sensores ligados à internet que comunicam através de uma aplicação e dão, em tempo real, informação ao proprietário da embarcação. A empresa oferece várias soluções de monitorização, como por exemplo, a transmissão de informação de ruturas de água no barco e monitorização de tentativas de assalto (detecção de abertura de portas e cabines)[7].

O meio aéreo pode ser subdividido em 2 (duas) categorias, o setor aeroespacial (objetos que orbitam a terra e/ou possuem a capacidade para sair da sua atmosfera) e o setor aeronáutico (aviões comerciais e militares).



Dentro do setor aeronáutico comercial a Internet das Coisas começa a ganhar visibilidade através da empresa Virgin Atlantic que implementou nos seus Boeing 787, uma rede de sensores para recolha de dados e com a capacidade de comunicação entre si via *wireless*, permitindo uma monitorização de todos os componentes do avião em tempo real. As vantagens passam por uma redução de custos, um aumento de segurança e uma diminuição nos atrasos dos aviões. Este tipo de vantagens é possível, porque toda a informação recolhida pelos sensores é analisada e, no momento em que um componente começa a apresentar avarias ou falhas, mesmo que durante o voo, os mecânicos possuem acesso à informação sobre as mesmas podendo o quanto antes resolver o problema [8][9].

No setor militar, o desenvolvimento de veículos aéreos não tripulados ganha terreno com a aplicação da Internet das Coisas. Um exemplo dos mesmos é o MQ-9 Predator desenvolvido pela General Atomics. Este *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) – veículo aéreo não tripulado – possui radares, câmaras de vídeo e sensores que enviam informação em tempo real, sendo que a sua importância aumenta em missões de reconhecimento e de vigilância, sem a necessidade de colocar a vida de uma pessoa em risco para esse tipo de missões. Um exemplo prático do mesmo, foi o seu uso para reconhecimento de progressão de fogos no estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América [10].

As aplicações da Internet das Coisas aplicadas ao setor aeroespacial serão abordadas no tópico 2.4, uma vez que se trata do tópico principal do trabalho.

## 2.3. Surgimento da indústria aeronáutica

Desde os primórdios da humanidade, o Homem sempre possuiu o sonho de voar e de conquistar o céu. Como todo o desenvolvimento nasce da necessidade e/ou do sonho, a indústria da aviação não foi exceção.

Os primeiros passos a serem dados nesta indústria começaram no ano de 1400, com o desenho de Leonardo Da Vinci de uma máquina voadora inspirada nas asas de um pássaro[11].

Em 1709, Bartolomeu Gusmão (sacerdote e cientista português), constrói um antecessor do balão de ar quente, que denominou de “Passarola”.

Em 1783, Jacques Alexandre Cesar Charles (físico francês), realiza o primeiro voo tripulado dentro de um balão de ar [12].

Em 1903, após algum desenvolvimento e acidentes causados por balões de ar quente, os irmãos Wilbur e Orville Wright, conceberam uma máquina voadora controlada pelo homem que conseguia voar, apesar do voo ter decorrido apenas durante 12 segundos.

Em 1909 surge a primeira competição de aviação em França. A competição entre inventores de várias formas de voar acabou por atrair cada vez mais pessoas para o começo de uma nova indústria, a aeronáutica [13].

Mesmo com o surgimento da 1ª guerra mundial, em 1914 e com duração até 1918, a aviação continuou a progredir. A guerra gerou a necessidade nos países envolvidos de maiores instrumentos de defesa e de ataque, o que permitiu à indústria aeronáutica um rápido desenvolvimento e crescimento. Estes anos são caracterizados pelo aparecimento dos primeiros controlos de estabilização, planadores mais rápidos e com capacidade de efetuar maiores trajetos. As organizações governamentais de pesquisa e teste de novos aviões, como é o exemplo da National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) que anos depois (a 1 de outubro de 1958) se torna na National American Space Agency (NASA), desenvolveu comunicação via rádio. Em paralelo, surgiu a primeira companhia aérea para fins comerciais, a Benoist Aircraft.

Com o fim da guerra, começaram a surgir diversas companhias aéreas para fins de transporte de passageiros e os primeiros aeroportos [14]. Percebendo a aplicabilidade do avião, o transporte de bens também começou a sua revolução, como foi o transporte de correio via aérea pela sua rapidez face aos meios já existentes [15].

Assistimos, assim, à separação do desenvolvimento aéreo para dois tipos de fins diferentes, o militar e o comercial. Surgem escolas de aviação, companhias aéreas, viagens intercontinentais e transoceânicas [16].

Em 1936, surgem as primeiras cabines pressurizadas. Este desenvolvimento foi um marco importante para a segurança humana para voos de altas altitudes (sendo que para voos com altitude igual ou superior a 4km torna-se indispensável) [17].

Com a 2ª (segunda) Guerra Mundial, entre 1939 e 1945, o desenvolvimento de aviões para fins militares cresce exponencialmente. Os grandes surgimentos tecnológicos nesta área devem-se à implementação de fuselagem (proteção exterior da estrutura, conferindo uma maior aerodinâmica ao avião) e de motores a jato substituindo os motores de combustão interna já existentes. Também o desenvolvimento de radares e o uso de altas altitudes faz com que os jatos e o primeiro foguetão (V2 – utilizado como míssil balístico pelos nazis) sejam criados [18].

Apesar de o V2 ser um míssil balístico, foi o ponto de tecnologia em que o governo americano e o governo soviético (atualmente governo russo) se basearam para o início da corrida espacial após o fim da 2ª Guerra Mundial e que deu início à Guerra Fria.

Em 1946, os americanos construíram o primeiro foguete que conseguiu alcançar uma altitude de 80Km (limite entre a mesosfera e a troposfera terrestre). Nasce, assim, a indústria aeroespacial [18].

## 2.4. Surgimento da indústria aeroespacial?

### 2.4.1. História

A Guerra Fria foi um período de elevado desenvolvimento tecnológico e científico, sendo caracterizado pela corrida espacial entre os governos americano e soviético, proporcionando um grande desenvolvimento aeroespacial. Os marcos históricos atingidos foram:

Em 1957, o lançamento dos satélites russos *Sputnik I* e *II* - Os primeiros satélites artificiais a serem lançados para o espaço. O *Sputnik II* possuía consigo a cadela Laika que foi o primeiro ser vivo a ir ao espaço.

Em 1959 temos o lançamento do primeiro objeto a sair da terra, a *Luna I*, e do primeiro objeto humano a pousar na Lua, a *Luna II*. Ambos satélites russos [19].

Em 1961, Yuri Gagarin torna-se no primeiro humano a orbitar a Terra.

Em 1965, Aleksei Leonov completa a primeira caminhada espacial fora da nave *Voskhod2*.

A 20 de julho de 1969 os astronautas americanos Neil Armstrong e Edwin Aldrin tornam-se nos primeiros homens a pisar o solo lunar, com a *Apollo 11* [20].

Em 1971, os soviéticos lançam o primeiro laboratório espacial, a ficar em órbita, terrestre, a *Salyut 1*, que deu origem à possibilidade de humanos viverem no espaço por curtos períodos de tempo. Mas, devido a problemas técnicos a primeira tripulação a poder habitá-la não conseguiu aterrar e a segunda tripulação permaneceu 23 dias na estação. Os primeiros astrónomos a viver no espaço foram Georgi Dobrovolski, Viktor Patsayev e Vladislav Volkov [21].

Em 1976 temos a primeira aterragem americana em Marte, com a sonda *Viking 1*.

A 1977, a *Voyager 1* é lançada para o espaço com o objetivo de estudar Saturno e acaba por ser uma das sondas mais importantes atualmente, uma vez que ainda está ativa [22].

Em 1995 atingimos um novo marco histórico, o sistema GPS está completamente operacional sendo uma rede de 24 satélites.

Em 1997 é lançada a *Cassini-Huygens*, outra importante sonda para a exploração espacial [23].

Em 2000 é lançado o primeiro módulo da International Space Station (*ISS*) onde atualmente se realizam estudos sobre a vida humana em microgravidade [24].

Em 2014 a *Rosetta-Philae* (missão de liderança europeia e apoio americano) aterra pela primeira vez na história num cometa (67P/Churymov-Gerasimenko) [25].

#### 2.4.2. A internet no espaço (distribuição e comunicação)

Para conseguir perceber o funcionamento da Internet no espaço (definindo o início do espaço, como sendo no fim da troposfera, ou seja, a cerca de 20Km de altitude), é necessária a compreensão de como a internet funciona na terra.

O conceito de internet, de forma simplista, refere-se a uma rede de vários computadores e de dispositivos móveis interligados a diversos servidores.

A internet possui vários protocolos para poder existir, um deles é o protocolo IP – *Internet Protocol*–, que realiza o endereçamento de todos os objetos ligados à rede. Os vários dispositivos formam uma *Local Area Network* (LAN), que possui um router comum que realiza a gestão dos dispositivos ligados de forma a redirecionar o tráfego entre todos dentro da mesma rede, permitindo a conexão de redes exteriores através da comunicação com os outros routers dando origem a uma rede *Metropolitan Area Network* (MAN). Escalando essas conexões entre routers é atingido o ponto em que todos os dispositivos globais se encontram interligados dando origem à Internet [26].

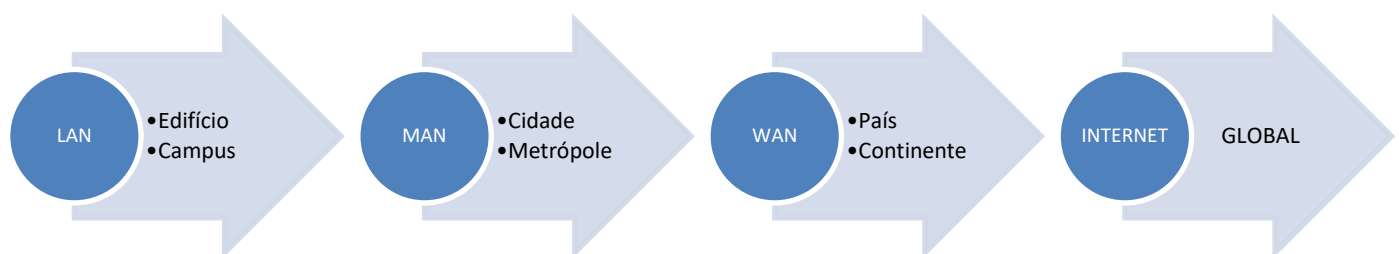


Figura 2: Infografia de formação de rede de internet

Existem quatro formas de distribuição de internet em torno do planeta, cabo de fibra ótica, cabo coaxial, e redes sem fio (wireless e através de satélite).

Considerando que cabo coaxial e cabo de fibra não seriam viáveis para uma transmissão de rede para o espaço, restam duas opções, o wireless e o satélite.

A tecnologia wireless apesar de funcionar na base de ondas rádio, apenas pode ser utilizada para transmitir em redes LAN devido ao protocolo IEEE 802.11, o que faz com que não seja possível estender a sua ligação para o espaço, além de que por norma um router tem apenas um alcance de cerca de 100 metros no máximo [27].

As primeiras conexões de internet via satélite requeriam uma linha telefónica para fazer a ponte entre os dados a serem enviados e os dados a serem transmitidos. Como um satélite é capaz de cobrir uma grande área terrestre também significava que possuía muitas pontes para realizar a transmissão, o que tornava a internet extremamente lenta. Atualmente já existem satélites, que realizam a comunicação entre si, ou seja, de satélite para satélite permitindo uma largura de banda maior, que promove uma rapidez superior na conexão da internet e não necessita de uma linha telefónica para realizar a ponte entre o solo e o satélite. Desde que exista cobertura de satélite, existe cobertura de internet. Porém, este método ainda não está no seu potencial máximo, pois ainda são poucos os satélites capazes de oferecer esta tecnologia [28].

Apesar de ainda estarmos a dar os primeiros passos no que toca a interligar mundos com o espaço, existem já alguns projetos.

O projeto LOON, da empresa Google, possui como objetivo levar a Internet a localidades do planeta sem acesso a esta, ou no caso de catástrofes é também capaz de restaurar alguns serviços de internet [29]. Começou a ser posto em prática em 2013. Este desenvolvimento oferece acesso à internet através de uma rede de balões, que ficam no início da estratosfera terrestre (cerca de 20km a cima do nível do mar) e garantem cerca de 100km de área com acesso à internet. Contudo, cada balão não resiste muito tempo na atmosfera terrestre (o máximo foram 190 dias, o que corresponde a cerca de 6 meses). Mas nem todos os dispositivos passam a ter acesso à internet através deste método, apenas os que possuam a tecnologia *Long Term Evolution* (LTE), que se refere a um tipo de conectividade de rede wireless[30].

A NASA, tem estado a trabalhar no desenvolvimento de uma internet mais rápida usando laser para comunicar, o projeto *Laser Communications Relay Demonstration* (LCRD). Tem como objetivo utilizar ondas laser para comunicar mais rapidamente com todos os dispositivos que existem no espaço. As ondas laser, permitem a codificação de informação em raios de luz e é esperado que este tipo de comunicação atinga velocidades de transmissão de informação entre

10 a 100 vezes superiores às ondas rádio. A diferença na velocidade da comunicação entre os dois tipos de onda (ambas eletromagnéticas, logo a velocidade no vácuo é igual à velocidade da luz), existe pelo facto de a onda laser possui um comprimento de onda menor, logo não perde tanta energia como as ondas rádio [31].

A ser iniciado em 2019, a empresa SpaceX, possui um plano de até ao ano de 2024 lançar mais de quatro mil satélites de internet para que localizações rurais do planeta possam ter finalmente acesso à internet, mas também para permitir que localizações densamente populadas obtenham uma internet mais rápida[32]. No entanto, não só a empresa SpaceX possui este objetivo. Foi apresentado ao conselho federal de comunicação americano a proposta de lançamento de constelações de satélites para Internet por empresas como a OneWeb a Telesat, a O3b Networks e a Theia Holdings [33]. Todas as propostas ainda se encontram em análise pelo conselho, sendo ainda cedo para revelar quais serão aceites.

Sem lançamento de satélites, a empresa Facebook tem desenvolvido soluções para que a realidade da forma de acesso à internet mude. O *Facebook Connectivity Lab* tem atualmente 2 projetos em mãos, o *Terragraph* e o projeto *Antenna Radio Integration for Efficiency in Spectrum* (ARIES), e ambos possuem o aumento de qualidade, eficiência e rapidez da Internet como objetivo final.

O *Terragraph* é um projeto via wireless com o objetivo de proporcionar internet mais rápida para áreas urbanas extremamente densas.

O projeto ARIES tem como objetivo uma maior eficiência no espectro de frequências de forma a que cada antena possa fazer transmissão de sinal mesmo utilizando a mais pequena largura de banda. Esta tecnologia integrada de antenas já existente permitirá a existência de rede 5G [34].

### 2.4.3. Na Estação Espacial Internacional (EEI)

Apenas em janeiro de 2010, foi possível que os astronautas presentes na EEI tivessem acesso à internet. Previamente a essa atualização qualquer astronauta que se encontrasse na EEI e pretendesse publicar algo em uma rede social tinha de transmitir essa informação ao centro de controlo da missão, para que estes realizassem a publicação pelo astronauta.

O *software* que permite aos astronautas obterem internet no espaço (*Crew Support LAN*), está inserido no mesmo que usam para o controlo da EEI e tira partido dos sistemas de comunicação já existentes entre a estação e o centro de controlo. Este tipo de mordomias é importante no espaço para que os astronautas não se sintam tão isolados ao passarem tanto tempo (cada missão são cerca de 4 meses, mínimo) fechados e com os mesmos rostos à sua volta, logo a inserção de internet é um dos melhoramentos para a qualidade de vida no espaço [35].

Mas apesar da já existência de internet na estação espacial, esta é extremamente lenta possuindo cerca de 10Mbps de *downstream* e cerca de 3Mbps de *upstream*.

A altitude de órbita a que esta se encontra (entre 350 e 400 km), faz com que a estação espacial orbite a Terra a cada 1h30, possuindo uma velocidade na ordem dos 27 000 km/h (cerca de 7.5km/s) tornando assim a impossibilidade de uma ligação estável, além do facto de nem sempre ser possível o acesso imediato pela localização em que a EEI se encontra a orbitar [36].

No entanto, a NASA já se encontra a trabalhar numa missão a que deu o nome de *Delay/Disruption Tolerante Network* (DTN), que tem como objetivo otimizar e melhorar a qualidade da transmissão de dados entre a EEI e o centro de comando. Este pequeno passo já se diz ser o princípio para a existência da Internet das Coisas no espaço [37]. A DTN torna-se mais rápida na resposta e encaminhamento de informação, pelo facto de conseguir encaminhar diretamente a informação para o centro de controlo, sem ser necessário esperar por boas condições atmosféricas ou agendamentos de receção de informação como ocorre com a *Deep Space Network* (DSN). Foram criados protocolos de comunicação similares aos já existentes para a regularização de internet ao consumo não espacial. Como a DTN possui uma largura de banda maior, possui também uma transmissão de dados mais eficiente e mais segura, devido a implementação de criptografia [38].



#### 2.4.4. Nas sondas espaciais e veículos de transporte

As sondas espaciais mais conhecidas são a *Voyager 1* e a *Cassini-Huygens*. Ambas missões da NASA atingiram um grande auge de popularidade.

A sonda *Voyager 1* foi lançada para o espaço em 1977, e ainda se encontra em operação nos dias de hoje. Tinha como missão o estudo de Júpiter e Saturno, missão já concluída há alguns anos. Neste momento encontra-se a viajar pelo espaço, e a enviar informação sobre o mesmo, tendo já ultrapassado, em 2012, a heliosfera (fim da influência dos ventos solares provocados pela estrela do nosso sistema solar, o sol)[39]. Pode-se afirmar que a *Voyager 1* já se encontra no espaço interestelar. Apesar da sua distância, a sonda realiza a comunicação com o planeta Terra via ondas de rádio emitidas pelas antenas colocadas na sonda. [40]

Lançada em outubro de 1997, a sonda *Cassini-Huygens* tinha o objetivo de estudar o sistema saturniano e acabou a sua missão recentemente em setembro do presente ano, 2017. Apesar de a sonda *Cassini-Huygens* ser 20 anos mais recente que a *Voyager I*, o seu sistema de comunicação com a Terra não se alterou, continuando a ser um sistema de antenas. Este sistema de antenas possui dois tipos, uma antena de alto ganho e uma antena de baixo ganho. A gama de ondas a ser utilizada neste sistema são as ondas de rádio. A antena de alto ganho serve principalmente para transmitir o sinal para uma pequena localização. A antena de baixo ganho tem o propósito de aumentar a largura de banda do sinal, de forma a ampliar a localização onde este é enviado, para que o sinal seja mais facilmente captado pelos sistemas de antenas terrestres [41].

Poderia estender este trabalho incluindo mais sondas espaciais tais como a *Rosetta-Philae*(2004) [42], a *New Horizons*(2006) [43], e até a sondas lançadas mais recentemente para o espaço, tais como a *Hayabusa2*(2014) [44] e a *OSIRIS-Rex*(2016)[45]. No entanto, o resultado conclusivo seria o mesmo, pois todas elas comunicam com a Terra através de sinais de rádio transmitidos pelo próprio sistema de antenas de cada sonda e são recebidos em antenas rádio terrestres inseridas no programa DSN. A DSN funciona através de uma rede de três estações de antenas localizadas pelo planeta localizadas em Goldstone, Madrid e Canberra. A distância geográfica entre as localizações foi escolhida de forma a que se encontrassem a 120º de cada uma, para ser possível

que o planeta se encontrasse sempre apto a receber e enviar comunicações com as sondas em qualquer ponto da rotação e translação terrestre [46].

Mesmo para missões futuras, como a *Parker Solar Probe*(2018) [47] podemos concluir que, para já, a comunicação entre a Terra e qualquer sonda espacial continuará a ser realizada da mesma forma como em 1977, via ondas de rádio e antenas preparadas para receber e enviar as comunicações.

Outra das aplicações do setor espacial que se poderia pensar na implementação da Internet das Coisas prende-se ao controlo de naves espaciais e foguetões. Mas a Internet das Coisas ainda não é suficientemente segura, mesmo com toda a informação encriptada, para ser aplicada a este tipo de missão (devido à probabilidade de *hacking* ser elevada). Além da falta de segurança, protocolos atuais como o *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) que realizam a transmissão de informação via *Transmission Control Protocol* (TCP) requerem uma ligação ininterrupta da internet [48]. Este tipo de ligação é praticamente impossível devido a interferências do sinal por outros aparelhos ou até mesmo por perturbações da própria atmosfera terrestre. Como os lançamentos de foguetões requerem uma precisão enorme (nada pode falhar pelo risco de explosão ou de queda, quer seja no lançamento como em órbita, todos os pormenores necessitam de ser controlados) uma ligação à internet que facilmente pode ir abaixo nunca poderá ser a linha de controlo ou de comunicação com um equipamento destes, pelo menos nos próximos anos. Tomemos o exemplo da *Soyuz* (veículo de transporte dos astronautas entre o solo e a EEI). Este veículo, apesar de ser altamente tecnológico e de poder ser controlado pela equipa de controlo de missão, no caso de deixar de existir comunicação prolongada entre a EEI e o solo os astronautas são capazes de realizar aterragem no solo sem acesso a comunicações do centro de comando [49].

#### 2.4.5. Em robôs espaciais

Como não existe internet no espaço, como é possível o controlo de cápsulas transportadoras de robôs espaciais, por exemplo para Marte? Atualmente, qualquer sonda ou cápsula transportadora ao entrar na atmosfera de um planeta é capaz de controlar a sua entrada, descida e aterragem através de sistemas de propulsão e telemetria.

No tópico 2.4.4. é referido que as sondas espaciais comunicam via ondas de rádio. Será que os robôs que se encontram em Marte comunicam da mesma forma? A resposta é sim, também comunicam via ondas de rádio. Tomemos o exemplo do robô mais conhecido a pousar na superfície marciana, o *Curiosity*. Durante a viagem da Terra até Marte, a sonda que transportava o *Curiosity* comunicava com os sistemas da NASA, através da DSP. Durante a entrada na atmosfera marciana, a comunicação seria crucial, para perceber se a descida correu como esperado ou para prevenir futuros erros no caso de não correr como seria espectável. Os três satélites que orbitam Marte (dois da NASA e um da ESA) estavam preparados para enviar e receber dados para o módulo de aterragem onde se encontrava o *Curiosity*. A aterragem foi bem-sucedida e o *Curiosity* ativado.

O *Curiosity* pode comunicar com a Terra por duas formas. Uma é a utilização direta da DSP e é mais utilizada para que o robô receba comandos da Terra para executar em Marte, porque devido ao pequeno poder da antena com que está equipado o seu envio de informação para a Terra é lento. Logo, para otimizar o poder de transmissão de dados entre Marte e a Terra, o *Curiosity* utiliza os satélites que orbitam o planeta (*Mars Odyssey*, *Mars Reconnaissance Orbiter* ou em último caso o *Mars Express* da ESA) para transmitir todos os dados científicos recolhidos por este. Esta transmissão de informação para o satélite de forma a que este envie para a Terra deve-se ao facto de os satélites que orbitam Marte possuírem uma melhor capacidade de comunicação com a DSP do que o robô sozinho. [50]

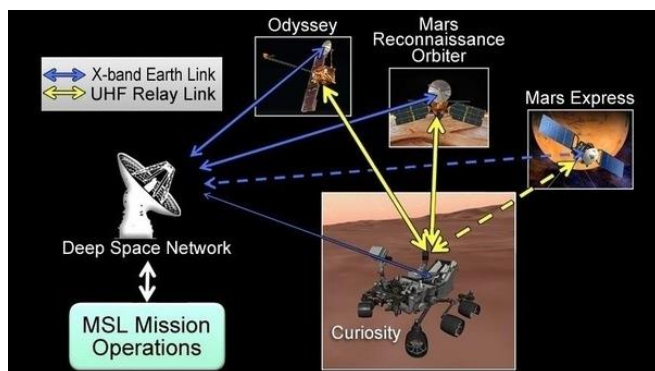


Figura 3: Comunicação entre o *Curiosity* e a Terra. Crédito: NASA

Existe já investigação sobre um outro sistema de controlo de aterragem atmosférica denominado *Exo-Brake* e está a ser testado ao abrigo do programa *TechEdSat-5* [51].

O programa *TechEdSat-5* encontrasse a desenvolver uma capacidade de comunicação entre satélites, utilizando internet para enviar e receber emails. Mas, apesar do provável desenvolvimento em grande escala desta capacidade de comunicação através de e-mail entre satélites, o principal objetivo de estudo encontrasse no melhoramento da reentrada atmosférica de todo o tipo de objetos [52].

Este projeto é ainda recente, encontrando-se na fase de investigação e desenvolvimento sendo que por isso ainda demorará algum tempo a ser implementado. Mas o facto de já estar a ser implementada uma comunicação entre satélites, sem interferência humana, mesmo que em pequena escala pode ser o início da aplicabilidade da Internet das Coisas dentro do setor espacial.

#### 2.4.6. Telescópios acedidos pela internet

A existência de telescópios fora da atmosfera terrestre são um grande benefício para observações de objetos celestes. A existência destas vantagens em relação a telescópios no solo parte do princípio de que no espaço não existe a probabilidade de ocorrerem perturbações atmosféricas adversas, passagem de satélites e aviões no campo de observação, existência de poluição luminosa, ou a simples passagem do dia, permitindo, assim, a um telescópio espacial realizar observações 24/24 horas [53]. Para que a probabilidade deste tipo de fenómenos seja minimizada, os grandes telescópios terrestres, como por exemplo o *Very Large Telescope* (VLT) da ESA, encontram-se localizados em sítios remotos. No caso do VLT, está montado no deserto do Atacama no Chile, a uma altitude de 2635m acima do nível do mar para que as perturbações atmosféricas sejam reduzidas [54]. Tendo em conta as desvantagens terrestres que deixam de existir se o telescópio estiver no espaço surgiu a necessidade da implementação dos mesmos fora da atmosfera terrestre.

O primeiro telescópio espacial a ser lançado foi o *Hubble Space Telescope*, em 1990, e possui uma órbita a 547km de altitude em relação ao planeta Terra. Este telescópio comunica com os cientistas enviado a informação que recolhe através de satélites, como podemos perceber pela figura 4 [55].

Desde o lançamento do Hubble, já foram lançados mais telescópios para o espaço com diversos objetivos de estudo, como o *Spitzer Space Telescope* lançado em 2003 e o *Kepler Mission* em 2009, ambos pela NASA. Mas, agora toda a comunidade astronómica está de olhos postos no lançamento do telescópio *James Webb* que ocorrerá na primavera de 2019, não tendo ainda dia definido [56].

O *James Webb Space Telescope*, sucessor do Hubble irá visualizar os objetos celestes em radiação infravermelha de modo a captar a formação de galáxias e estrelas primordiais, bem como a sua evolução. Espera-se que consiga captar imagens dos primórdios do



Figura 4: Comunicação entre o telescópio Hubble e a Terra.  
Crédito: NASA

universo. O telescópio Webb irá orbitar a 1.5 milhões de km (órbita superior à órbita da Lua) da Terra, de forma a que se encontre no 2º ponto de Lagrange (forma matemática para que 3 objetos em órbita uns dos outros possuam sempre a mesma posição relativa entre cada um, o que irá permitir que o telescópio não tenha interferências, por exemplo de sombras do sol, da Terra nem da Lua). As comunicações com este telescópio irão ser realizadas através da DSN[57]. A comunicação e controlo de um telescópio fora do planeta via Internet ainda está longe de ser uma realidade. Mas para telescópios terrestres o paradigma já é diferente.

Atualmente, já é possível o acesso ao controlo virtual de um telescópio através de um computador com ligação à Internet, e visualizar a sua observação da mesma forma como se de uma ocular se tratasse, mas em um ecrã de computador. Encontram-se online diversos telescópios que permitem o seu acesso para diversos tipos de público.

Podemos começar com o *SLOOH SpaceCamera*, que oferece um total de sete telescópios nas ilhas Canárias (pertencentes ao Instituto de Astrofísica das ilhas Canárias) e três telescópios localizados no Chile que podem ser utilizados. Além desta rede de telescópios, existem mais 25 pertencentes a outros observatórios que promovem visualizações em direto acompanhadas por astrónomos. Para aceder a este telescópio é necessário ser membro, que além de dar acesso ao telescópio em si, permite também interação com outros utilizadores em diversas observações [58].

O *iTelescope*, que apesar de ser também um telescópio que se pode controlar remotamente via internet, já permite realizar astrofotografia e não apenas a visualização dos objetos celestes. O sistema funciona também através de telescópios (um total de 19 existentes ligados à rede para este website) pertencentes a observatórios em qualquer parte do globo terrestre. Das localizações fazem parte México, Espanha, Austrália e Califórnia.

Na seleção do telescópio a ser utilizado, temos informação em tempo real sobre o estado do tempo e altura do dia. Estas informações permitem aos astrónomos selecionar qual o telescópio preferido para a realização da sessão de observação e/ou de fotografia. Este website possibilita também a reserva de um certo tipo de telescópio para um determinado dia e hora e mesmo que o utilizador não se encontre à frente do computador no instante, a informação captada pelo

telescópio não se perde. Oferecem também o serviço de visitas guiadas pelo céu, que ocorre em direto, semanalmente e são narradas pelo Dr. Christian Sasse [59].

A empresa *Microsoft* também se juntou à corrida dos telescópios controlados por internet para o utilizador comum, o qual denominou *WorldWide Telescope*. Atualmente, a plataforma é mantida pela Sociedade Americana de Astronomia. Apesar deste não oferecer uma visualização do que o telescópio observa em tempo real, transforma o computador num telescópio virtual ao mostrar imagens já obtidas por telescópios terrestres ou até mesmo por telescópios fora da atmosfera terrestre. Oferece, também, um guia celeste narrado por um astrónomo com alguns dos objetos mais conhecidos. Além disso, consegue mostrar o mesmo objeto em diferentes formas de onda. Permite, igualmente, a observação de objetos no passado e no futuro, tal como um programa simulador (ex. *StarryNight* ou o *Stellarium*) de céu noturno consegue fazer [60].

Tal como estes observatórios, que deixam que a população geral consiga utilizar a Internet das Coisas para o controlo remoto de um telescópio, existem ainda mais projetos, tais como o *MicroObservatory* (que obteve parte do financiamento como projeto paralelo à NASA) [61] e o *GLORIA* pertencente à universidade de Warsaw [62].

#### **2.4.7. Como pode ser aplicada a Internet das Coisas neste setor?**

De forma geral, a Internet das Coisas não pode ser ainda aplicada à indústria espacial. Através deste trabalho obtivemos a informação que a Internet das Coisas é uma rede de dispositivos em comunicação entre si utilizando a internet. Ao longo da pesquisa, percebeu-se que a internet fora do planeta Terra é inexistente, (com a exceção da EEI, mas que mesmo essa é acedida como se de uma máquina virtual do sistema de controlo terrestre se tratasse). Num setor que prima pela descoberta fora da Terra, a não existência de internet faz com que o conceito de Internet das Coisas não se possa aplicar em grande parte do setor.

A nível terrestre, a Internet das Coisas é apenas aplicada ao controlo remoto de telescópios existentes em observatórios. Para além disso, não há mais oportunidades astronómicas em que a mesma possa ser aplicada.

A não aplicação de internet para fora do planeta deve-se principalmente ao facto de não existir necessidade de tal. As sondas e os robôs comunicam com a Terra de forma robusta, dos quais a interceção do sinal por qualquer pessoa é praticamente impossível devido à gama de onda utilizada e ao facto de ninguém possuir um sistema de antenas como o utilizado pelo DSN. A não existência de humanos fora da Terra, também leva a que a existência de internet no espaço não seja uma prioridade para qualquer agência espacial. Se estas comunicações fossem realizadas via internet provavelmente seria mais fácil de as intercepar e utilizar essa informação para o caos terrestre e não para o desenvolvimento do conhecimento sobre o universo. Até ao momento, o único caso em que é necessário internet fora da atmosfera terrestre encontra-se na EEI. Com o desenvolvimento de novas formas de comunicação para sondas e robôs esta necessidade será colmatada, adaptando essas normas para a existência de melhor comunicação com a EEI. Porém, quem sabe se um dia quando as viagens espaciais se tornarem regulares e a conquista humana de outros planetas (Marte, por exemplo), a necessidade de internet interplanetária surja e possamos trazer a aplicação da Internet das Coisas para o espaço.



### 3. Conclusões

De momento, a Internet das Coisas não se encontra aplicada ao setor espacial. Isto deve-se à falta de necessidade da existência de internet no espaço, às falhas de segurança que a internet possui e ao desenvolvimento de outros tipos de transferência de comunicação entre a Terra e os objetos humanos lançados para o espaço.

A Internet das Coisas, apesar de já estar disseminada em cada vez mais setores na Terra, a sua implementação para o espaço ainda possui pouco interesse.

No entanto, os satélites que se encontram a orbitar a Terra proporcionam a existência da Internet das Coisas no solo, através dos sistemas GPS implementados no dia a dia das pessoas, quer seja no surgimento de carros autónomos, quer na localização de aviões ou embarcações perdidas em alto-mar, ou no simples “seguir um mapa”, a partir do telemóvel, quando nos encontramos numa cidade nova e desconhecida e nos queremos deslocar.

A ESA realizou um programa no qual as empresas podiam apresentar soluções das quais a Internet das Coisas pudesse ser aplicada ao setor espacial. Mas, ainda não foram lançados dados sobre o estudo [63].

No setor espacial, poderia ser implementado nos foguetões o mesmo sistema que nos Boeing 787, mas ainda nenhuma agência ou empresa privada revelou a existência desses planos, visto que, também na área aeronáutica, a Internet das Coisas ainda se encontra a dar os primeiros passos.

Talvez ainda seja cedo para visualizar aplicações da Internet das Coisas no setor espacial, mas a existência deste permite que a Internet das Coisas exista em todos os outros existentes no planeta.

## Referências

- [1] Cambridge English Dictionary, “the internet of things.” [Online]. Available: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/internet-of-things>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [2] K. Gusmeroli, S., Haller, S., Harrison, M., Kalaboukas, K., Tomasella, M., Vermesan, O., & Wouters, *Vision and challenges for realizing the internet of things*, vol. 1, no. APRIL. 2009.
- [3] “The Internet of Things: A survey,” *Comput. Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, Oct. 2010.
- [4] E. Sucky, A. Dobhan, and I. Zitzmann, “Developing an embodied pedagogical agent with and for young people with autism spectrum disorder. In: Intelligent Tutoring Systems,” *Supply Manag. Res.*, vol. 4, no. 6, pp. 3–32, 2013.
- [5] B. Noam *et al.*, “Waze.” [Online]. Available: <https://www.waze.com/pt-PT/about>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [6] P. Tracy, “Smart trains and the connected railway:,” *2017-04-18*, 2017. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/smart-trains-connected-railway/>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [7] “Armit Marine.” [Online]. Available: <http://armitmarine.com/>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [8] H. Rao, “Boeing: AI driven transformation,” *2017-02*. [Online]. Available: <http://www.boeing.com/features/innovation-quarterly/feb2017/feature-leadership-rao.page>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [9] D. Drinkwater, “10 stellar real-life examples of IoT taking flight in aviation,” *2016-08-03*. [Online]. Available: <https://internetofbusiness.com/10-real-life-examples-iot-aviation/>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [10] “MQ-9 UAS Used to Support Fire Fighting Efforts in Northern California,” *2017-10-16*, 2017. [Online]. Available: <http://www.ga-asi.com/mq-9-uas-used-to-support-fire-fighting-efforts-in-northern-california>. [Accessed: 09-Nov-2017].
- [11] “Pre-1700s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5720>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [12] “1700s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=3014>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [13] “1900s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5724>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [14] “The Birth of Commercial Aviation | Birth of Aviation.” [Online]. Available: <http://www.birtofaviation.org/birth-of-commercial-aviation/>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [15] “1910s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5725>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [16] “1920s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5726>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [17] “1930s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5727>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [18] “1940s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics.” [Online]. Available:

- <https://www.aiaa.org/Detail.aspx?id=5728>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [19] "1950s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5828>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [20] "1960s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5829>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [21] "NASA Space Science Data Coordinated Archive - Salyut 1." [Online]. Available: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1971-032A>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [22] "1970s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5831>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [23] "1990s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5871>. [Accessed: 10-Nov-2017].
- [24] "2000s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5872>. [Accessed: 11-Nov-2017].
- [25] "2010s : The American Institute of Aeronautics and Astronautics." [Online]. Available: <https://www.aiaa.org/SecondaryTwoColumn.aspx?id=5826>. [Accessed: 11-Nov-2017].
- [26] T. De Redes, "Edes de."
- [27] M. Rapidez, "R l s f."
- [28] "How does satellite internet work?" [Online]. Available: <http://www.tooway.co.uk/how-internet-via-satellite-works/>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [29] "Google Loon conecta 100 mil pessoas à internet em Porto Rico | Google Discovery." [Online]. Available: <https://googlediscovery.com/2017/11/09/google-loon-conecta-100-mil-pessoas-internet-em-porto-rico/>. [Accessed: 17-Nov-2017].
- [30] "Technology - Project Loon - Project Loon." [Online]. Available: <https://x.company/loon/technology/>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [31] R. Garner, "First Steps Toward High-speed Space 'Internet,'" 2017.
- [32] A. Kharpal, "SpaceX to start sending internet satellites into space in 2019," 04-05-2017, 2017. [Online]. Available: <https://www.cnbc.com/2017/05/04/spacex-internet-satellites-elon-musk.html>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [33] "FCC gets five new applications for non-geostationary satellite constellations - SpaceNews.com," 2017-03-02. [Online]. Available: <http://spacenews.com/fcc-gets-five-new-applications-for-non-geostationary-satellite-constellations/>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [34] "Introducing Facebook's new terrestrial connectivity systems — Terragraph and Project ARIES | Engineering Blog | Facebook Code." [Online]. Available: <https://code.facebook.com/posts/1072680049445290/introducing-facebook-s-new-terrestrial-connectivity-systems-terragraph-and-project-aries/>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [35] N. C. Administrator, "NASA Extends the World Wide Web Out Into Space," 2015.
- [36] "Astronaut: Space Internet as bad as dial up." [Online]. Available: <https://www.cnbc.com/2015/07/24/astronaut-space-internet-as-bad-as-dial-up.html>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [37] E. Mahoney, "Space Internet Technology Debuts on the International Space Station," 2016.
- [38] E. Mahoney, "Disruption Tolerant Networking," 2016.

- [39] "Voyager - Fast Facts." [Online]. Available: <https://voyager.jpl.nasa.gov/frequently-asked-questions/fast-facts/>. [Accessed: 12-Nov-2017].
- [40] T. Greicius, "Voyager Signal Spotted By Earth Radio Telescopes," 2015.
- [41] "Communicating: Cassini-Huygens." [Online]. Available: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Cassini-Huygens/Communicating\\_from\\_space\\_gaining\\_a\\_grip\\_on\\_antennas](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens/Communicating_from_space_gaining_a_grip_on_antennas). [Accessed: 11-Nov-2017].
- [42] "Long-distance communication / Rosetta / Space Science / Our Activities / ESA." [Online]. Available: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Rosetta/Long-distance\\_communication](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Long-distance_communication). [Accessed: 12-Nov-2017].
- [43] "New Horizons." [Online]. Available: <http://pluto.jhuapl.edu/Mission/Spacecraft/Systems-and-Components.php>. [Accessed: 12-Nov-2017].
- [44] "The Smart Communication Systems of the Ultra-small Deep Space Probe | ISAS." [Online]. Available: <http://www.isas.jaxa.jp/en/feature/forefront/150424.html>. [Accessed: 12-Nov-2017].
- [45] "OSIRIS-REx Communications System Checks Complete | Colorado Space News." [Online]. Available: <https://www.coloradospacenews.com/osiris-rex-communications-system-checks-complete/>. [Accessed: 12-Nov-2017].
- [46] "About - Deep Space Network." [Online]. Available: <https://deepspace.jpl.nasa.gov/about/#>. [Accessed: 13-Nov-2017].
- [47] N. C. Administrator, "NASA Selects Science Investigations for Solar Probe Plus," 2017.
- [48] "How TCP/IP Works: TCP/IP." [Online]. Available: [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786128\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc786128(v=ws.10).aspx). [Accessed: 17-Nov-2017].
- [49] J. Wright, "Russian Soyuz TMA Spacecraft," 2013.
- [50] D. Brown, G. Diller, and J. Rye, *Mars Science Laboratory Launch Media Contacts*, no. November. 2011.
- [51] "NASA - TechEdSat-5 mission." [Online]. Available: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/2359.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2359.html). [Accessed: 14-Nov-2017].
- [52] "TechEdSat 5 (TES 5) - Gunter's Space Page." [Online]. Available: [http://space.skyrocket.de/doc\\_sdat/techedsat-5.htm](http://space.skyrocket.de/doc_sdat/techedsat-5.htm). [Accessed: 14-Nov-2017].
- [53] "Space versus Ground Telescopes | UA Research." [Online]. Available: <https://research.arizona.edu/learn-more/space-versus-ground-telescopes>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [54] "Very Large Telescope | ESO." [Online]. Available: <http://www.eso.org/public/portugal/teles-instr/paranal-observatory/vlt/>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [55] "HubbleSite - The Telescope - Hubble Essentials." [Online]. Available: [http://hubblesite.org/the\\_telescope/hubble\\_essentials/](http://hubblesite.org/the_telescope/hubble_essentials/). [Accessed: 15-Nov-2017].
- [56] "About Webb/NASA." [Online]. Available: <https://jwst.nasa.gov/about.html>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [57] "Orbit - Webb/NASA." [Online]. Available: <https://jwst.nasa.gov/orbit.html>. [Accessed: 15-Nov-2017].

- [58] "Slooh." [Online]. Available: <https://events.slooh.com/about/pricing>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [59] "Telescope Information - Remote Internet Telescope Network - Online Imaging & Telescope Hosting Service." [Online]. Available: <http://www.itelescope.net/telescope-information>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [60] "WorldWide Telescope Basic Features | WorldWide Telescope Ambassadors." [Online]. Available: <https://wwtambassadors.org/book/overview-worldwide-telescope>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [61] "About MicroObservatory." [Online]. Available: <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/about.html>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [62] "University of Warsaw | Telescopes for internet users." [Online]. Available: <http://en.uw.edu.pl/telescopes-for-internet-users/>. [Accessed: 15-Nov-2017].
- [63] "Novel Internet Of Things Services Using Space Capabilities | ESA Business Applications." [Online]. Available: <https://business.esa.int/opportunities/invitation-to-tender/novel-internet-things-services-using-space-capabilities>. [Accessed: 17-Nov-2017].

## Anexos

### Anexo 1. – Siglas e Acrónimos

GPS – *Global Position System* -Sistema de posicionamento global

UAV -*Unmanned Aerial Vehicle* – Veículo aéreo não tripulado

NACA - *National Advisory Committee for Aeronautics* – Comité nacional de assessoria para o espaço

NASA – *National Aeronautics and Space Administration* – Administração nacional de aeronáutica e do espaço

ISS - *International Space Station*- Estação espacial internacional

EI – Estação Espacial Internacional

IP - *Internet Protocol* – Protocolo de internet

LAN – *Local Area Network* – Área de rede local

MAN - *Metropolitan Area Network* – Área de rede metropolitana

WAN – *Wide Area Network* – Grande área de rede

LTE - *Long Term Evolution* – Evolução a longo prazo

LCRD - *Laser Communications Relay Demonstration* – Demonstração de retransmissão de comunicações via laser

ARIES - *Antenna Radio Integration for Efficiency in Spectrum* – Integração de antenas de rádio para a eficiência do espectro

DTN - *Delay/Disruption Tolerante Network*- Rede de tolerância de interrupção ou atraso

DSN - *Deep Space Network* – Rede de espaço profundo

ESA – *European Space Agency* – Agência espacial europeia

VLT - *Very Large Telescope* – Telescópio extremamente grande

## **Anexo 2. – Estrangeirismos**

*Software* – Programa ou aplicação que permite a realização de uma sequência de instruções.

*Hardware* – Equipamento eletrônico que processa a entrada, saída e tratamento de informação.

*Smartphone* – Tipo de telemóvel que possui capacidades semelhantes às de um computador.

*Wazers* – Utilizadores de uma aplicação para *smartphones* denominada Waze.

*Wireless* – Infraestrutura de comunicação sem fio.

*Downstream* – Medição da velocidade de descarregamento de informação de uma rede para outra.

*Upstream* – Medição da velocidade de carregamento de informação entre redes.

*Hacking* – Ato intencional de decifrar informação de outros, não pertencente ao próprio.