



ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS  
CB: 08 COMITÊ BRASILEIRO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO  
SC: 08.010 SUBCOMITÊ DE ATIVIDADE ESPACIAL  
CE: 08:010.70 COMISSÃO DE ESTUDO EM SISTEMAS ESPACIAIS  
DE TRANSFERÊNCIA DE DADOS E DE INFORMAÇÃO

---

## **Sistemas Espaciais de Transferência de Dados e de Informação**

### **Recomendação para Padronização de Sistemas Espaciais de Dados**

**Documento Original  
CCSDS 211.1-B-3  
LIVRO AZUL  
Março 2006**

**Relatório Técnico da Comissão – 05 (RTC-05)  
– Versão Editorial - 1: Outubro de 2006 –**

**CE 08:010.70 Comissão de Estudos em Sistemas Espaciais de  
Transferência de Dados e de Informação**



**NOTA-DO-TRADUTOR**

Este documento representa o resultado da tradução de um documento original, escrito em língua Inglesa. O conteúdo e o formato do documento original foram preservados neste documento, sempre que possível. O conteúdo residual em língua Inglesa que este documento possui é resultante do texto do documento original. Este resíduo em língua Inglesa foi mantido por ter sido este recurso considerado pertinente, para os seus usuários. Este documento é também considerado de utilidade para pessoas não familiarizadas o suficiente com a língua Inglesa e que necessitam: consultar, conhecer e ou utilizar o correspondente documento original, escrito em língua Inglesa. Primariamente, de forma equivalente ou correspondente, este documento constitui fonte de informação para o preparo de Normas ou de Documentos Normativos (Anexos, etc.) para o Brasil. A Comissão de Estudos CE 08:001.06, dedicada a Sistemas Espaciais de Dados e Informação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), realizou o trabalho de tradução e de edição deste documento. Este trabalho faz parte do esforço de normalização espacial no Brasil, da mencionada Comissão de Estudo.

O documento original em língua Inglesa que deu origem a este documento, possui o título: "Proximity - 1 Space Link Protocol -- Physical Layer", sob registro CCSDS 211.1-B-3, "Blue Book", de "March 2006", elaborado como "Recommendation for Space Data System Standards" pelo "Consultative Committee for Space Data Systems (CCSDS)".

Copyright ABNT/CB08/SC01/CE06, INPE/MCT, São José dos Campos, SP, Brasil - Outubro de 2006

## AUTORIDADE

Edição:	Padrão Recomendado , Edição 3
Data:	Março de 2006
Local:	Washington, DC, EUA

Este documento foi aprovado e publicado pelo Conselho de Gerenciamento do Comitê Consultivo para Sistemas Espaciais de Dados (CCSDS) e representa o consenso de acordo técnico das Agências Membro participantes do CCSDS. O procedimento para revisão e autorização das Recomendações CCSDS está detalhado no *Manual de Procedimentos do Comitê Consultivo para Sistemas Espaciais de Dados* e o registro de cada Agência participante na autorização deste documento pode ser obtido junto ao Secretariado do CCSDS, no endereço abaixo.

Esta recomendação é publicada e mantida pelo:

Secretariado do CCSDS  
Escritório de Comunicações Espaciais (Código M-3)  
Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço  
Washington, DC 20546, EUA

## DECLARAÇÃO DE INTENÇÃO

O Comitê Consultivo para Sistemas Espaciais de Dados (CCSDS) é uma organização oficialmente estabelecida pelo gerenciamento de seus membros. O Comitê se reúne periodicamente para tratar de problemas de sistemas de dados que são comuns a todos os participantes, e para formular pareceres de soluções técnicas para estes problemas. Visto que a participação no CCSDS é plenamente voluntária, os resultados das ações do Comitê são definidos como sendo **Normas Recomendadas** e não são consideradas de uso obrigatório por parte de qualquer das Agências.

Esta **Norma Recomendada** é emitida pelos e representa o consenso dos membros do CCSDS. O endosso de cada **Recomendação** é inteiramente voluntário. O endosso, no entanto, indica os seguintes entendimentos:

- Sempre que uma Agência estabelece uma **norma** relacionada com o CCSDS, esta **norma** estará em acordo com a **Norma Recomendada**. O estabelecimento de tal **norma** não exclui outras disposições que um membro possa desenvolver..
- Sempre que um membro estabelece uma **norma** relacionada com o CCSDS, o membro deverá prover os outros membros do CCSDS com as seguintes informações:
  - A **norma** propriamente dita.
  - A data antecipada da capacitação operacional inicial.
  - A duração antecipada do serviço operacional.
- Acordos específicos de serviço devem ser feitos via memorando de entendimento. Nenhuma **Norma Recomendada** ou qualquer **norma** dela decorrente constitui substituto para um memorando de entendimento.

Em prazo não maior do que cinco anos contados a partir da data de sua publicação, esta **Norma Recomendada** será revista pelo CCSDS para determinar se ela deveria: (1) permanecer efetiva sem sofrer modificações; (2) ser modificada para refletir o impacto de novas tecnologias, novos quesitos, ou novas orientações; ou (3) ser retirada ou cancelada.

Nos casos em que uma nova versão da **Norma Recomendada** venha a ser publicada, as normas e implementações do membro relacionadas com o CCSDS não passarão a ser ignoradas ou consideradas não compatíveis com o CCSDS. Cabe a cada membro a responsabilidade de determinar quando tais normas ou implementações devem vir a ser modificadas. Cada membro é, no entanto, fortemente encorajado a direcionar o seu planejamento para a adoção de novas normas e implementações que possam vir a estar em acordo com a nova versão da **Norma Recomendada**.

## PREFÁCIO

Através do processo de evolução normal, é esperado que a expansão, descarte, ou modificação deste documento possa vir a ocorrer. Esta Recomendação está, portanto, sujeita ao gerenciamento de documentos e de procedimentos de controle de modificações do CCSDS que se encontram definidos no *Manual de Procedimentos do Comitê Consultivo para Sistemas Espaciais de Dados*. As versões atuais dos documentos CCSDS são por ele mantidas no sítio Web CCSDS:

<http://www.ccsds.org/>

Questões relacionadas com o conteúdo ou com o estado deste documento devem ser endereçadas ao Secretariado do CCSDS no endereço indicado na página i.

## AGÊNCIAS MEMBRO E OBSERVADORES DO CCSDS

### Agências Membro

- Agenzia Spaziale Italiana (ASI)/Italy.
- British National Space Centre (BNSC)/United Kingdom.
- Canadian Space Agency (CSA)/Canada.
- Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)/France.
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)/Germany.
- European Space Agency (ESA)/Europe.
- Federal Space Agency (Roskosmos)/Russian Federation.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)/Brazil.
- Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)/Japan.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA)/USA.

### Agências Observadoras

- Austrian Space Agency (ASA)/Austria.
- Belgian Federal Science Policy Office (BFSP0)/Belgium.
- Central Research Institute of Machine Building (TsNIIMash)/Russian Federation.
- Centro Técnico Aeroespacial (CTA)/Brazil.
- Chinese Academy of Space Technology (CAST)/China.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)/Australia.
- Danish Space Research Institute (DSRI)/Denmark.
- European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT)/Europe.
- European Telecommunications Satellite Organization (EUTELSAT)/Europe.
- Hellenic National Space Committee (HNSC)/Greece.
- Indian Space Research Organization (ISRO)/India.
- Institute of Space Research (IKI)/Russian Federation.
- KFKI Research Institute for Particle & Nuclear Physics (KFKI)/Hungary.
- Korea Aerospace Research Institute (KARI)/Korea.
- MIKOMTEK: CSIR (CSIR)/Republic of South Africa.
- Ministry of Communications (MOC)/Israel.
- National Institute of Information and Communications Technology (NICT)/Japan.
- National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA)/USA.
- National Space Program Office (NSPO)/Taipei.
- Space and Upper Atmosphere Research Commission (SUPARCO)/Pakistan.
- Swedish Space Corporation (SSC)/Sweden.
- United States Geological Survey (USGS)/USA.

## CONTROLE DO DOCUMENTO

<b>Documento</b>	<b>Título e Edição</b>	<b>Data</b>	<b>Estado</b>
CCSDS 211.0-B-1	“Proximity-1 Space Link Protocol”	Outubro de 2002	Substituído
CCSDS 211.1-B-2	“Proximity-1 Space Link Protocol— Physical Layer”	Maio de 2004	Substituído
CCSDS 211.1-B-3	“Proximity-1 Space Link Protocol— Physical Layer, Recommended Standard, Issue 3”	Março de 2006	Edição atual: – adiciona quesitos para desvio de taxa de dados e para estabilidade de taxas em períodos curtos e longos.

### NOTAS

- 1 Mudanças em relação à edição anterior estão sinalizadas com barras de mudança na margem interna.
- 2 Este documento contém a especificação da camada Física originalmente publicada como parte do documento CCSDS 211.0-B-1, “*Proximity-1 Space Link Protocol*”.



## CONTEÚDO

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 PROPÓSITO .....	1-1
1.2 ESCÓPO .....	1-1
1.3 APLICABILIDADE .....	1-1
1.4 RACIONALIDADE .....	1-2
1.5 CONVENÇÕES E DEFINIÇÕES .....	1-2
1.6 REFERÊNCIAS .....	1-5
<b>2 VISÃO GERAL</b> .....	<b>2-1</b>
<b>3 REQUISITOS GERAIS PARA A CAMADA FÍSICA</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 APLICABILIDADE .....	3-1
3.2 REQUISITOS FUNCIONAIS .....	3-1
3.3 DADOS INATIVOS .....	3-4
3.4 PROPRIEDADES DO CANAL DE COMUNICAÇÕES SOB CONTRÔLE .....	3-6
3.5 REQUISITOS DE DESEMPENHO .....	3-11
<b>ANEXO A DIRETIVAS QUE AFETAM A CAMADA FÍSICA COM PROXIMIDADE-1 (Normativa)</b> .....	<b>1</b>

### Figuras

1-1 Convenção de Numeração de Bits .....	1-5
2-1 Modelo Por Camadas do Protocolo de Proximidade - 1 .....	2-14
3-1 Ruído de Fase do Oscilador .....	3-11
3-2 Gabarito de Linhas Discretas para o Transmissor (Potência Normalizada em dBc vs. Frequência: Normalizada $(f-f_c)/A$ ) .....	3-12

### Tabelas

3-1 Categorias de Equipamentos de Rádio Contidos nos Elementos de Enlace de Proximidade - .....	3-1
3-2 Designações de 0 a 7 de Canais de Proximidade - 1 (Frequências em MHz) .....	3-8
3-3 Requisitos de Estabilidade de Curto Termo .....	3-10



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROPÓSITO

O propósito deste documento é o de prover uma Recomendação para Normas em Sistemas Espaciais de Dados na área de enlaces espaciais com Proximidade. Enlaces espaciais com Proximidade são definidos como sendo aqueles de curta-distância, bidirecionais, enlaces de rádio fixos ou móveis, geralmente utilizados para comunicação entre sondas espaciais, sondas aterradas ou móveis, constelações de sondas ou de repetidores, em órbita. Estes enlaces são caracterizados por pequenos atrasos de tempo, sinais (não fracos) moderados, e por sessões de contato de curta duração.

## 1.2 ESCÓPO

Esta Recomendação define a Camada Física do Protocolo de Enlace Espacial com Proximidade -1. A especificação para o processo de conexão de canal, provisão e alocação de bandas de frequência, canal de chamada, polarização, modulação, taxas de dados, e requisitos de desempenho, são definidas neste documento. Atualmente, a Camada Física define somente operações que utilizam frequências em UHF (“Ultra-High-Frequency”) para o ambiente do planeta Marte. A Camada de Codificação é definida em separado pela Recomendação CCSDS intitulada “*Proximity-1 Space Link Protocol—Coding and Synchronization Sublayer*”, veja referência [3]. A camada de Enlace de Dados é definida em um documento em separado do CCSDS, sob o título “*Proximity-1 Space Link Protocol—Data Link Layer*”, veja referência [4]. Esta Recomendação não especifica: a) implementações individuais ou produtos; b) implementação de interfaces de serviço de sistemas reais; c) os métodos ou as tecnologias necessárias para executar os procedimentos, ou; d) as atividades de gerenciamento necessárias para configuração e controle do protocolo.

## 1.3 APLICABILIDADE

Esta Recomendação se aplica à criação de normas de uma Agência e para as futuras comunicações de dados em enlaces espaciais entre Agências CCSDS, em situações de apoio cruzado. Ela também se aplica aos enlaces internos de uma Agência, onde o apoio cruzado não é necessário. Ela inclui especificação dos serviços e protocolos para apoio cruzado entre Agências. Ela não se trata de uma especificação ou de um projeto para sistemas que possam ter sido implementados para missões atuais ou futuras.

A Recomendação especificada neste documento é para ser invocada através dos programas normais de normalização de cada Agência CCSDS e é aplicável àquelas missões para as quais as aptidões baseadas em apoio cruzado, descritas nesta Recomendação pode ser antecipada. Onde aptidões consideradas mandatárias são claramente indicadas nas seções desta Recomendação, elas precisam ser adotadas, quando este documento é utilizado como base para apoio cruzado. Onde opções são permitidas ou implícitas, a adoção destas opções está sujeita aos acordos bilaterais de apoio cruzado específicos, entre as agências envolvidas.

## 1.4 RACIONALIDADE

O CCSDS acredita ser importante documentar a racionalidade ou lógica que sustentam as recomendações escolhidas, de tal forma que avaliações futuras das mudanças ou das melhorias propostas não se percam de vista, em decorrência de decisões tomadas anteriormente a elas. O conceito e a racionalidade que fundamentaram a base para a Proximidade -1 serão documentados no Livro Verde (“Green Book”) denominado Enlace Espacial CCSDS com Proximidade -1, que se encontra em desenvolvimento.

## 1.5 CONVENÇÕES E DEFINIÇÕES

### 1.5.1 DEFINIÇÕES

#### 1.5.1.1 Definições a partir do Modelo Básico de Referência para Sistemas de Interconexão Aberta (OSI)

Esta Recomendação faz uso de um número de termos definidos na referência [1]. O uso de tais termos nesta Recomendação deve ser entendido em um sentido genérico, i.e., no sentido em que aqueles termos são aplicáveis, em geral, a qualquer uma das várias tecnologias que dão suporte à troca de informação entre sistemas reais. Os termos em questão são os seguintes:

- a) conexão;
- b) camada de Enlace de Dados;
- c) entidade;
- d) camada física;
- e) informação de controle de protocolo;
- f) Unidade de Dados de Protocolo (PDU);
- g) sistema real;
- h) segmentação;
- i) serviço;
- j) Ponto de Acesso de Serviço(SAP);
- k) Endereço SAP;
- l) Unidade de Dados de Serviço (SDU).

### 1.5.1.2 Termos Definidos nesta Recomendação

Dentro dos propósitos desta Recomendação, as seguintes definições também se aplicam. Muitos outros termos afeitos a itens específicos são definidos nas seções apropriadas.

**canal assíncrono:** um canal de dados onde os símbolos de dados são modulados no canal somente durante o período da mensagem. A mensagem precisa ser precedida por uma seqüência de aquisição, para que possa ser obtida a sincronização (de bits e, portanto) de símbolos. A sincronização de bits precisa ser readquirida para cada nova mensagem. Um canal de sinalização (“hailing”) é um exemplo de canal assíncrono.

**enlace de dados assíncrono:** Um enlace de dados constituído de uma seqüência de Unidades de Transmissão de Enlace de Proximidade (PLTUs) de comprimento variável, que não são necessariamente concatenadas entre si. Dois tipos de enlace de dados assíncronos são:

1) Enlace de Dados Assíncrono sobre um Canal Assíncrono

A sinalização (“hailing”) provê um exemplo de um enlace de dados assíncrono sobre um canal assíncrono. Uma questão importante é a da resincronização entre sinalizações (“hails”) sucessivas. A condição de inativo (“idle”) é disponibilizada para o processo de reaqüisição.

2) Enlace de Dados Assíncrono sobre um Canal Síncrono

O serviço de dados proporciona um exemplo de um enlace de dados assíncrono sobre um canal síncrono. Uma vez que o enlace é estabelecido via sinalização (“hailing”), a comunicação passa a se dar com em um canal síncrono, com a manutenção dessa configuração até que a sessão venha a ser interrompida ou simplesmente, encerrada. Se a camada física não recebe dados da camada de enlace de dados, ela passa para a condição de canal inativo (“idle”) para que o sincronismo de canal possa ser mantido.

**chamador (“caller”) e respondedor (“responder”):** Um **transceptor chamador (“caller transceiver”)** é o iniciador do processo de estabelecimento de enlace e do gerenciador de negociação (se necessário) de estabelecimento da sessão. O **transceptor respondedor (“responder transceiver”)** tipicamente recebe os parâmetros de estabelecimento de enlace do chamador. O chamador inicia a comunicação entre ele e o respondedor através de um canal de comunicações pré-estabelecido, utilizando parâmetros de controle pré-definidos. Na medida em que se mostrar necessário, o chamador e o respondedor podem negociar os parâmetros de controle para a sessão (em algum nível, entre o de controle completo e o de controle adaptativo).

**enlace direto:** aquela parte do enlace espacial de Proximidade na qual o chamador transmite e o respondedor recebe (tipicamente, o que acontece em um enlace de comando).

**sinalização (“hailing”):** a atividade continua que é utilizada para estabelecer o enlace de Proximidade a partir de um chamador (“caller”) para um respondedor

(“responder”), seja em comunicação “full” ou “half” duplex. Ela não se aplica em operações de comunicação simplex.

**canal de sinalização:** é caracterizado pelos pares de frequências direta e de retorno que um chamador e um respondedor utilizam para o estabelecimento do enlace físico de comunicações.

**canal físico:** O canal de RF (Rádio Frequência) no qual a seqüência de bits é transferida por um enlace espacial, em uma direção única.

**PLTU:** A Unidade de Transmissão de Enlace de Proximidade é a unidade de dados composta pelo Sinalizador (“Marker”) Anexo de Sincronização, pelo Quadro de Transferência Versão-3 e pelo anexo do Verificador de Redundância Cíclica (CRC) - 32.

**enlace de Proximidade:** enlaces móveis ou fixos de radio, de curta-distância, bidirecionais, geralmente utilizados para comunicação entre sondas, sondas aterradas ou móveis, constelações de sondas ou de repetidores em órbita, sondas aterradas fixas ou móveis e constelações de sondas ou de repetidores em órbita. Estes enlaces são caracterizados por: pequenos atrasos de tempo, sinais moderados (não fracos) e por pequenas sessões independentes entre si.

**enlace de retorno:** aquela porção de um enlace espacial de Proximidade no qual o respondedor transmite e o chamador recebe (tipicamente, um enlace de telemetria).

**session:** a continuous dialog between two communicating Proximity link transceivers. It consists of three distinct operational phases: session establishment, data services, and session termination.

**enlace espacial:** um enlace de comunicações entre as entidades de transmissão e a de recepção, no qual pelo menos uma delas se encontra no espaço.

**canal síncrono:** um canal de dados onde os símbolos de dados são continuamente modulados a uma taxa de dados constante. Se o enlace de dados falha no provimento de quadros (dados ou preenchimento), é de responsabilidade da camada física prover um fluxo contínuo de bits.

**canal de trabalho:** um par de frequências diretas e de retorno, utilizadas para transferir quadros de dados/informação de Usuário e quadros de Protocolo/supervisão (quadros-P), durante as fases de serviços de dados e de encerramento de sessão.

## 1.5.2 NOMENCLATURA

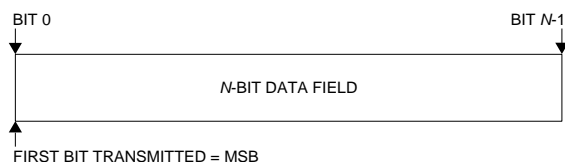
As seguintes convenções se aplicam ao longo de toda esta Recomendação:

- a) as palavras deve(m) (‘shall’) e precisa(m) (‘must’) implicam em comprometimento com especificação, passível de verificação;

- b) a palavra deveria(m) ('should') implica em especificação opcional, mas desejável;
- c) a palavra pode(m) ('may') implica em especificação opcional;
- d) as palavras é ('is'), são ('are'), e serão ('will') implicam em afirmações de fato.

### 1.5.3 CONVENÇÕES

Neste documento, a seguinte convenção é utilizada para identificar cada bit em um campo de  $N$ -bits. O primeiro bit no campo a ser transmitido (i.e., o mais justificado à esquerda, quando se desenha uma figura) é definido como sendo o 'Bit 0'; o bit seguinte é definido como sendo o 'Bit 1' e assim por diante, até o 'Bit  $N-1$ '. Quando o campo é utilizado para expressar um valor binário (como o de um contador), o Bit Mais Significativo (MSB - "Most Significant Bit") deve ser o primeiro bit do campo, a ser transmitido, i.e., o 'Bit 0', como está ilustrado na figura 1-1.



**Figure 1-1: Convenção de Numeração de Bits**

De acordo com a prática padronizada para comunicação-de-dados, campos de dados são frequentemente agrupados em 'palavras' de 8-bits, que observam a convenção de numeração descrita acima. Ao longo de toda esta Recomendação, uma palavra de 8-bits deste tipo recebe a denominação de 'octeto'.

A numeração dos octetos de uma estrutura de dados é inicializada por zero. O octeto zero é o primeiro a ser transmitido.

Pela convenção CCSDS, todos os bits de 'não-utilizados' devem ser mantidos permanentemente com o valor 'zero'.

Ao longo de toda esta Recomendação, diretiva, parâmetro, variável e nomes de sinais são apresentados por caracteres em maiúsculas; nomes de campo-de-dados e de parâmetro MIB são

apresentados com o caracter inicial em maiúscula; nomes de valores e de estados são apresentados com a predominância de caracteres em formatos minúsculo e Itálico.

### 1.6 REFERÊNCIAS

Os seguintes documentos contêm disposições que, através de referências no texto deste documento, constituem provisões desta Recomendação. No momento em que

este documento foi publicado, tais edições indicavam serem válidas como referências, no caso. Todos os documentos são objetos de revisão e os usuários desta Recomendação são encorajados a investigarem a adequação de aplicabilidade de edições mais recentes dos documentos indicados, abaixo. O Secretariado do CCSDS mantém o registro das Recomendações do CCSDS que são consideradas válidas.

- [1] “*Information Technology—Open Systems Interconnection—Basic Reference Model: The Basic Model*”. Norma Internacional ISO/IEC 7498-1. 2a. edição, Genebra: ISO, 1994.
- [2] “*TM Synchronization and Channel Coding*”. Recomendação para Normas de Sistemas Espaciais de Dados, CCSDS 131.0-B-1. Livro Azul. Edição 1. CCSDS, Setembro 2003.
- [3] “*Proximity-1 Space Link Protocol—Coding and Synchronization Sublayer*”. Recomendação para Normas de Sistemas Espaciais de Dados, CCSDS 211.2-B-1. Livro Azul. Edição 1. Washington, D.C.: CCSDS, Abril 2003.
- [4] “*Proximity-1 Space Link Protocol—Data Link Layer*”. Recomendação para Normas de Sistemas Espaciais de Dados, CCSDS 211.0-B-3. Livro Azul. Edição 3. Washington, D.C.: CCSDS, Maio 2004.



## 2 VISÃO GERAL

Proximidade-1 é uma camada de protocolo bidirecional de Enlace Espacial para ser utilizado em missões espaciais. Ele consiste de uma Camada Física (o assunto deste documento), de uma subcamada (referência [3]) de Codificação e de Sincronização (C&S) e de uma Camada de Enlace de Dados (referência [4]). Este protocolo foi projetado para satisfazer quesitos de missões espaciais que necessitam de transferência de dados espaciais através de enlaces espaciais de Proximidade de diversos tipos e características. Do lado de envio (transmissão), a camada de Enlace Espacial é responsável pelo provimento de dados a serem transmitidos pela subcamada de Codificação e de Sincronização e pela camada Física. A operação do transmissor é dirigida-por-estados (“state-driven”). No lado receptor, a camada de Enlace de Dados aceita a saída serial de dados do receptor (Camada Física), o que inclui a verificação realizada pela subcamada de Codificação e de Sincronização e o processamento das unidades de dados de protocolo recebidas. Ele aceita diretivas do controlador do veículo local e através do enlace de Proximidade, para o controle de suas operações. Assim que o receptor é ligado, ele não opera em modo de comunicação. Ele aceita e processa todas as diretivas válidas locais, remotas e, também, as unidades de dados que tenham sido recebidas.

O modelo por camadas consiste de duas camadas (Física e de Enlace de Dados) e contém cinco componentes em subcamadas, dentro da camada de Enlace de Dados, como segue:

- a) Camada Física
  - 1) No lado de envio (transmissor):
    - i) provê um Bit de Relógio de Saída para a subcamada de Codificação e de Sincronização, para poder receber o Cordão de Bits de Saída;
    - ii) provê status, i.e., sinais de Portadora Adquirida e de Bit de Indicação de Status de Amarração (“Lock”) para a subcamada de Controle de Acesso ao Meio.
  - 2) No lado de recebimento (receptor): Provê o Bit de Relógio /Dados Recebidos para a subcamada de Codificação e de Sincronização.
- b) Subcamada de Codificação e de Sincronização. A subcamada de Codificação e de Sincronização inclui os procedimentos de delimitação e de verificação de PLTUs (“Proximity-Link-Transmission-Units”). Além do mais, esta subcamada executa as seguintes funções:
  - 1) No lado de envio (transmissor):
    - i) inclui a pré-pendência (pré-notação) de quadros da Versão-3 com o requerido Anexo de Marcador de Sincronização ( ASM - “Attached-Synchronization-Marker” );
    - ii) inclui a adição do (código de) CRC-32 nos PLTUs.
  - 2) Nos lados de envio (transmissor) e de recebimento (receptor): Captura (obtenção)

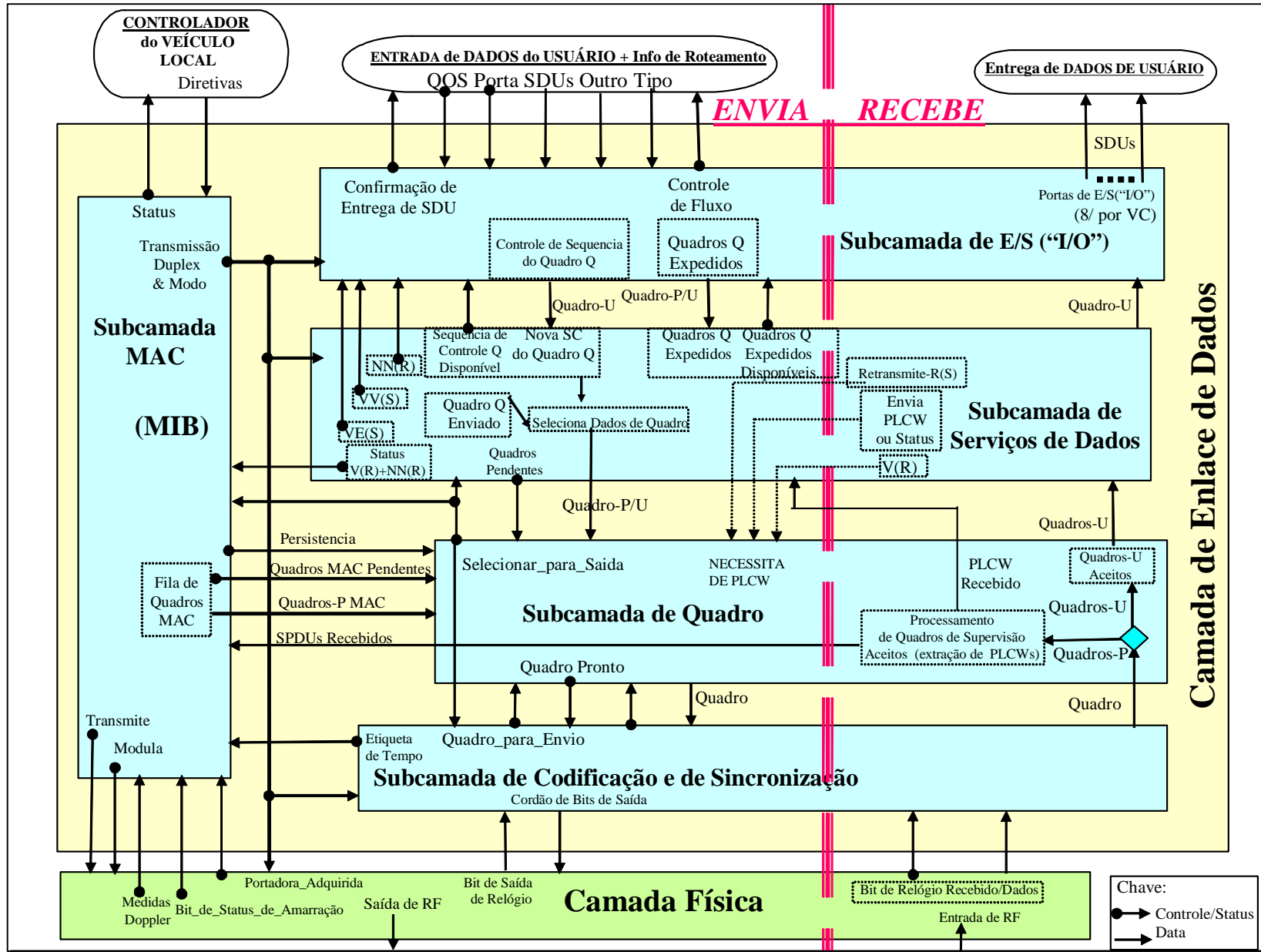
do relógio (“clock”) utilizado para no processo de correlação de tempo.

- c) Subcamada de Quadros. A subcamada de quadros inclui procedimentos para a validação de quadros, tais como: verificações de cabeçalho de quadro e processamento de dados de supervisão para os quadros de supervisão. Além disso, esta subcamada executa as seguintes funções:
- 1) No lado de envio (transmissor):
    - i) encapsula os Dados-de-Usuário obtidos da Entrada/Saída (E/S) da Subcamada, em quadros da Versão - 3;
    - ii) prioriza e multiplexa os quadros para saída, a partir da subcamada (C&S) de Codificação e de Sincronização para a camada Física, para transmissão através do enlace.
  - 2) No lado de recebimento:
    - i) realiza o aceite de quadros delimitados e verificados, da parte da subcamada (C&S) de Codificação e de Sincronização;
    - ii) realiza a entrega de unidades de dados do protocolo de supervisão (relatórios, diretivas) para a subcamada de Controle de Acesso ao Meio (MAC - “Médium Access Control”);
    - iii) passa os dados do usuário para a subcamada de Serviços de Dados;
    - iv) executa um subconjunto de verificações de validação para garantir que os dados recebidos podem vir a ser processados.
  - d) Subcamada de Controle de Acesso ao Meio. A subcamada de Controle de Acesso ao Meio (MAC) define como a sessão é estabelecida, mantida (e como as características são modificadas, e.g., mudanças na taxa de dados) e terminada, em comunicações ponto-a-ponto entre entidades com Proximidade. Esta subcamada é construída com base na funcionalidade disponibilizada pelas camadas Física e de Enlace-de-Dados. A subcamada MAC controla o estado operacional das camadas Física e de Enlace-de-Dados. Ela aceita e processa Unidades de Dados do Protocolo de Supervisão (SPDUs - “Supervisory Protocol Data Units”) e provê os diversos sinais de controle que definem o estado operacional dos mesmos. Em adição, esta subcamada:
    - 1) decodifica as diretivas originadas do controlador do veículo local (e.g. computador de controle da espaçonave);
    - 2) decodifica as diretivas recebidas pela via do transceptor remoto (extraíndo e processando SPDUs a partir do Campo de Dados do Quadro);
    - 3) armazena e distribui os parâmetros (específicos-da-implementação) e variáveis de “status” da Base de Informação de Gerenciamento (MIB - “Management Information Base”);

- 4) mantém e distribui as variáveis de estado de controle (MODO, TRANSMITE, DUPLEX, veja figura 2-1);
  - 5) provê informação de “status” para o controlador do veículo local.
- e) Subcamada de Serviços de Dados. A subcamada de Serviços de dados define o Mecanismo de Aceitação de Quadro e de Relato para enlaces de Proximidade (FARM-P) (lado de recebimento) e os Procedimentos de Operação com Quadros para enlaces de Proximidade (FOP-P) (lado de envio), associados com os serviços de dados Expeditos e com Controle de Seqüência, o que inclui como o FOP-P e o FARM-P (COP-P) operam, no caso do Serviço com Controle de Seqüência.
- f) Subcamada de Entrada/Saída (E/S, ou “I/O”). A subcamada de interface de Entrada/Saída provê a interface entre o transceptor e o sistema de dados de bordo e suas aplicações. Em adição, esta subcamada executa as funções:
- 1) No lado de recebimento (recepção):
    - i) aceita os quadros-U, recebidos;
    - ii) extrai os SDUs dos quadros-U;
    - iii) provê os serviços de agregação de pacotes;
    - iv) roteia os SDUs para os usuários de serviços de dados, via a Porta especificada pelo ID.
  - 2) No lado de envio (transmissão): aceita os SDUs fornecidos pelo usuário local e as informações de roteamento e de controle associadas (SCID, PCID, ID de Fonte-ou-Destino, QOS, ID de Porta) e:
    - i) agrega estes SDUs, tal como solicitado, para formar campos de dados de quadro-U;
    - ii) provê os serviços solicitados para a segmentação de pacotes;
    - iii) entrega estes campos de dados de quadro-U para a subcamada de Serviços de Dados;
    - iv) envia confirmações ao controlador do veículo da espaçonave com respeito às SDUs entregues através do serviço de Controle de Seqüência.

As interações entre as camadas de Proximidade-1 e os dados associados e os respectivos fluxos de controle a elas relacionadas são apresentadas na figura 2-1.





RECOMENDAÇÃO CCSDS PARA PROTOCOLO DE ENLACE ESPACIAL COM PROXIMIDADE - 1 -- CAMADA FÍSICA

Figura 2-1: Modelo por Camadas do Protocolo de Proximidade -1



### 3 REQUISITOS GERAIS PARA A CAMADA FÍSICA

#### 3.1 APLICABILIDADE

**3.1.1** O sistema de Enlace de Proximidade-1 deve ser capaz de dar apoio às necessidades de comunicação e de navegação entre diversos elementos de uma possível rede, e.g.: orbitadores, aterrissadores, “rovers”, microsondas, balões, “aerobots” (UAVs) e planadores.

NOTA – As categorias de elementos de uma rede (E1, E2,...) estão listados na tabela 3-1.

**3.1.2** Elementos aterrissados, na categoria E2c (veja tabela 3-1), para os quais medidas de distância (“range”) e de taxa-de-distanciamento (“range-rate”) são necessárias, devem dispor de capacitação que garanta coerência nas frequências de transmissão e de recepção.

**Tabela 3-1: Categorias de Equipamentos de Radio Contidos nos Elementos de Enlace de Proximidade-1**

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
E1:	Elementos com capacidade somente-de-transmissão.
E2:	Elementos com capacidade de transmissão e recepção.
E2n:	Elementos E2 com modo somente-não-coerente.
E2c:	Elementos E2 que oferecem capacidade de coerência em frequência em adição à de transmissão/recepção.
E2d:	Elementos E2 com um receptor limitado à recepção de portadora com modulação FSK. Estes elementos transmitem com a utilização de modulação PSK.
NOTA – O equipamento de radio E2d é dirigido para uso em microsondas.	

#### 3.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

##### 3.2.1 DISCUSSÃO

A função primária da camada Física é a de estabelecer um canal de comunicação através do qual os dados possam fluir. Este processo inclui a configuração dos seguintes parâmetros da camada Física: frequência, polarização, modulação, aquisição e seqüências de aquisição e inativa e, taxas de dados, de tal forma que características operacionais comuns possam existir em ambas as entidades (transmissor e receptor) em comunicação.

##### 3.2.2 REQUISITOS GERAIS

Com o propósito de permitir uma conexão por canal físico, a camada Física deve observar uma série de ações para o estabelecimento de um canal de comunicação. O transmissor deve variar

sua modulação inicial para que o receptor alvo possa otimizar sua habilidade para a aquisição do canal de comunicação..

### 3.2.3 PROCESSOS DE CONEXÃO DE CANAL

#### 3.2.3.1 Requisitos Gerais.

**3.2.3.1.1** A camada Física deve aceitar sinais operacionais de controle provenientes da camada de Enlace de Dados, assim como prover a ela dados de status operacional.

NOTA – A subcamada MAC prove os parâmetros MODO (“MODE”), TRANSMITE (“TRANSMIT”) e DUPLEX que controlam o estado operacional do receptor e do transmissor.

**3.2.3.1.2** A camada Física deve, tal como é exigido, seqüenciar sua modulação do estado *desligado* (“off”) para o de *somente portadora* (“carrier\_only”) e, em seguida, para o estado de *modulação de dados* (“data\_modulation”), com o propósito de estabelecer um canal de dados com o seu par de comunicações, em antecipação à transferência de dados.

**3.2.3.1.3** A parte de recepção do transceptor deve executar uma varredura de frequência no canal a ser utilizado, com o objetivo de obter a amarração (“lock”) na frequência (pré-) designada para o canal:

- a) O receptor deve primeiro tentar amarrar (“lock”) a portadora;
- b) O estado interno da conexão do canal físico deve ser rastreada (“tracked”) pela variável CONEXÃO (“CONNECTION”).

NOTA – Durante este processo, o status do receptor é fornecido pela subcamada MAC da camada de Enlace de Dados. Este status é fornecido por dois sinais existentes entre as camadas: PORTADORA\_ADQUIRIDA (“CARRIER\_ACQUIRED”) (“CARRIER\_ACQUIRED”) e BIT\_DE\_STATUS\_DE\_AMARRAÇÃO (“BIT\_INLOCK\_STATUS”).

#### 3.2.3.2 Sinais do Lado do Transmissor

##### 3.2.3.2.1 PORTADORA\_ADQUIRIDA (“CARRIER\_ACQUIRED”)

O sinal de PORTADORA\_ADQUIRIDA (“CARRIER\_ACQUIRED”) serve para sinalizar A subcamada MAC que o receptor adquiriu o sinal de portadora. O sinal PORTADORA\_ADQUIRIDA deve ser *verdadeiro* (“true”) quando o receptor se encontra em estado amarrado (“locked”) em relação ao sinal de RF recebido e, *falso* (“false”), quando o receptor não se encontra em estado amarrado (“locked”).

##### 3.2.3.2.2 BIT\_DE\_STATUS\_DE\_AMARRAÇÃO (“BIT\_INLOCK\_STATUS”)

O sinal de BIT\_DE\_STATUS\_DE\_AMARRAÇÃO (“BIT\_INLOCK\_STATUS”) é para ser utilizado para notificar a subcamada MAC que a sincronização de bits foi adquirida e que o cordão serial de bits está sendo fornecido à subcamada C&S (de Codificação e de



Sincronização) pela camada Física. O sinal de BIT\_DE\_STATUS\_DE\_AMARRAÇÃO deve ser colocado em estado *verdadeiro* (“true”) quando o receptor se julga seguro de que os seus processos de detecção de bits se encontram sincronizados com o cordão de bits modulados e que os bits de saída apresentam qualidade aceitável para serem processados pela camada de Enlace de Dados. O mesmo sinal de BIT\_DE\_STATUS\_DE\_AMARRAÇÃO deve ser colocado em estado *falso* quando o receptor não se encontra no estado de amarração de bits.

### 3.2.3.2.3 BIT\_DE\_SAÍDA\_DE\_RELÓGIO (“OUTPUT\_BIT\_CLOCK”)

O BIT\_DE\_SAÍDA\_DE\_RELÓGIO é o sinal de relógio fornecido pela camada Física à subcamada C&S (de Codificação e de Sincronização) para servir de relógio (base de tempo) para o PLTU (“Proximity-Link-Transmission-Unit”), sempre que este último estiver pronto para transmissão.

### 3.2.3.2.4 SAÍDA\_DE\_RF (“RF\_OUT”)

A SAÍDA\_DE\_RF representa a saída de todos os sinais existentes, da parte da camada Física para o par correspondente, no canal de comunicações. Estes sinais se expressam com os seguintes significados: *off* (ausência de sinal), *somente portadora* (“carrier only”), *dados inativos* (“idle data”) e, *dados pltu* (“pltu data”).

## 3.2.3.3 Sinais do Lado da Recepção

### 3.2.3.3.1 BIT DE RELÓGIO RECEBIDO (“RECEIVED BIT CLOCK”)/BITS DE DADOS

O BIT DE RELÓGIO RECEBIDO/BITS DE DADOS é o sinal de relógio e os dados fornecidos pela camada Física para a subcamada de Codificação e de Sincronização (C&S)

### 3.2.3.3.2 MEDIDAS DOPPLER

As MEDIDAS DOPPLER são amostras Doppler calculadas (obtidas) dentro do transceptor.

### 3.2.3.3.3 ENTRADA\_DE\_RF (“RF\_IN”)

A ENTRADA\_DE\_RF (“RF\_IN”) representa todos os possíveis sinais de entrada na camada Física do par de comunicação. Estes sinais podem assumir estados com os seguintes significados: *desligado* (ausência de sinal) *somente portadora* (“carrier only”), *dados inativos*, e *dados pltu* (“pltu data”).

## 3.2.3.4 Variáveis Internas da Camada Física

### 3.2.3.4.1 CONEXÃO

**3.2.3.4.1.1** A variável de CONEXÃO de camada Física rastreia (monitora) o estado interno da camada Física da conexão física do transceptor que se encontra em conexão com um parceiro de comunicação. A variável CONEXÃO leva em consideração valores tais, como:

*aberto* (“open”), *adquira\_portadora* (“acquire\_carrier”), *adquira\_inativo* (“acquire\_idle”), *inativo\_de\_cauda* (“tail\_idle”), *fechado* (“closed”).

**3.2.3.4.1.2** Os valores da variável de CONEXÃO são:

- a) *aberto* (“open”) - as entidades de Proximidade (-1) não se encontram interconectadas na camada Física, i.e., não houve aquisição de portadora e nem amarração (“lock”) de bits;
- b) *fechado* (“closed”) - as entidades de Proximidade (-1) se encontram interconectadas na camada Física; i.e., houve aquisição e está garantida a manutenção de portadora e de amarração (“lock”) de bits;
- c) *adquira\_portadora* (“acquire\_carrier”) - um sinal puro de portadora (“carrier-only”) está sendo transmitido para obtenção de aquisição (de portadora);
- d) *adquira\_inativo* (“acquire\_idle”) - a seqüência de inativo (“idle”) está sendo modulada na portadora, precedendo o quadro de aclamação (“hail”);
- e) *inativo\_de\_cauda* (“tail\_idle”) - consiste na modulação da seqüência de inativo na portadora após a ocorrência de quadro de (“hail”) aclamação ( para que haja garantia de processamento através do decodificador de convolução, no caso em que o código convolucional tenha sido aplicado; veja referência [3]).

#### **3.2.3.4.2 Estados do Receptor**

Os estados do receptor são: *ligado* (“on”) e *desligado* (“off”).

#### **3.2.3.4.3 Estados do Transmissor**

Os estados do transmissor são: *ligado* (“on”), em canal assíncrono ou síncrono, *desligado* (“off”).

### **3.3 DADOS INATIVOS**

#### **3.3.1 GERAL**

Uma seqüência específica de bits de Ruído-Aleatório (PN - “Pseudo-Noise”) define o padrão de bits utilizado para todas as funções que os dados Inativos (“Idle data”) executam para o enlace de Proximidade (-1). Dados Inativos são necessários para aquisição de dados no que diz respeito à seqüência Inativa (“Idle sequence”, ou seja, a (seqüência) Inativa interposta entre os PLTUs) e, a seqüência de cauda (“tail”) ou terminação. Em todos os casos, a seqüência Inativa consiste da repetição de PN com o valor (em hexadecimal) 352EF853. Dados Inativos (“Idle data”) pode começar em qualquer bit dentro da seqüência PN. No entanto, uma seqüência continua de bits inativos deve observar a seqüência PN, tal como definida (parcialmente ou com redundância, de acordo com a necessidade).

NOTA – Quando da aplicação de código convolucional, todos os bits transmitidos, incluindo os de dados Inativos, devem ser codificados convolucionalmente; veja a referência [3].

### **3.3.2 SEQUÊNCIA DE AQUISIÇÃO**

A camada Física deve prover a modulação necessária para os parceiros que se encontram em uma sessão para que possa ser executada a aquisição e o processamento associado às transmissões recíprocas. Quando uma transmissão é iniciada, a modulação do transmissor deve ser seqüenciada (primeiro com a portadora e, então, somente bits de estado inativo), tal que a unidade de recepção possa adquirir o sinal, adquirir uma seqüência confiável de símbolos e pré-condicionar (inicializar) o decodificador Convolutacional (quando ele é selecionado - veja referência [3]), em preparo para a aceitação de unidades de dados que foram transmitidas..

### **3.3.3 SEQUÊNCIA INATIVA (“IDLE”)**

Durante a fase de serviços de dados, o canal físico opera em um modo de canal síncrono, pelo qual uma seqüência contínua de bits é enviada do transmissor para o receptor. Em operações de enlace de dados assíncronos, a camada de Enlace de Dados provê PLTUs de forma intermitente, para transferência. Durante os períodos em que não existe PLTU pronta para transferência, a camada Física deve injetar uma seqüência Inativa (“Idle sequence”) no canal, de forma a manter (garantir) a continuidade do fluxo de seqüência.

### **3.3.4 SEQUÊNCIA DE TERMINAÇÃO (“TAIL”)**

Antes de terminar a transmissão (remover a modulação) o transmissor pode ser solicitado a transmitir uma série de bits inativos (seqüência de cauda) por um período fixo (de tempo), de forma que a unidade de recepção disponha de tempo para processar a unidade de dados recebida, de forma plena. (para as garantias de decodificação convolutacional e da amarração ou aquisição de relógio).

### **3.3.5 PARÂMETROS MIB PARA O PROCESSO DE CONEXÃO FÍSICA**

#### **3.3.5.1 Duração\_Somente\_Com\_Portadora**

Duração Somente com Portadora representa o tempo que deve ser utilizado para irradiar uma portadora não modulada quando se inicia uma transmissão.

#### **3.3.5.2 Duração\_Da\_Aquisição\_Em\_Estado\_Inat**

Duração da Aquisição em Estado Inativo representa o tempo que deve ser utilizado para irradiar o padrão de seqüência inativa no início de uma transmissão para habilitar o transceptor que a recebe na obtenção de sincronização de bit e da amarração do seu decodificador.

### 3.3.5.3 Duração\_Da\_Terminação\_Em\_Estado\_Inativo

O parâmetro MIB (“Management Information Base”) de Duração da Terminação em Estado Inativo contém o número de bits inativos que são necessários para envio no processo de cauda (“tail”), antes que se dê a extinção do sinal de saída de transmissão.

## 3.4 PROPRIEDADES DO CANAL DE COMUNICAÇÕES SOB COBTRÔLE

### NOTAS

- 1 Esta Recomendação foi projetada com o objetivo primário para ser utilizada em um enlace de Proximidade espacial, em um ambiente distante da Terra. As radio frequências selecionadas nesta Recomendação são projetadas para não causar interferência nos serviços de radio comunicação alocados segundo as Regulamentações de Rádio da União Internacional de Telecomunicações (ITU). Note-se que, em particular, precauções devem ser tomadas para se proteger bandas de frequência alocadas para Pesquisa Espacial Próxima da Terra, Espaço Profundo (“Deep Space”), e Pesquisa Espacial, passivas.
- 2 As frequências especificadas, próximas de 430 MHz, não podem ser utilizadas para este fim nas vizinhanças da Terra e, em particular, medidas de precaução têm de ser tomadas para teste de tais equipamentos, na Terra. No entanto, colocando de forma adequada em camadas, provisão é feita para mudar somente a camada física, com a adição de outras frequências (e.g. próximas de 26 GHz) para permitir que o mesmo protocolo possa ser utilizado em aplicações próximas da Terra; neste último caso, a estrita compatibilidade com a alocação de frequências compatíveis com aquelas permitidas pelos Regulamentos de Radio da ITU, é mandatória.

## 3.4.1 FREQUÊNCIAS UHF

### 3.4.1.1 Geral

A alocação de frequência UHF consiste de uma faixa de 60 MHz, entre 390 MHz e 450 MHz. A banda de frequência direta (“forward”) é definida entre 435 MHz e 450 MHz. A banda de frequência de retorno (“return”) é definida entre 390 MHz e 405 MHz. Existe uma banda-morta (“deadband”) de 30 MHz, entre elas.

### 3.4.1.2 Designações de Frequências UHF para o Canal

#### NOTAS

- 1 Sinalização (“Hailing”) é uma atividade que é utilizada para estabelecer o enlace de Proximidade com um veículo remoto. A sinalização (“hailing”) requer o uso de um par de frequências de sinalização (“hailing”).
- 2 Veja o anexo A da referência [4] para as diretivas de INICIALIZAR PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO (“SET TRANSMITTER PARAMETERS”) e de INICIALIZAR PARÂMETROS DE RECEPÇÃO (“SET RECEIVER PARAMETERS”) que são utilizadas para configurar a designação dos Canais de 0

a 7 para o transmissor e para o receptor do veículo remoto. Veja a diretiva INICIALIZAR EXTENSÕES DE PL (“SET PL EXTENSIONS”) no anexo A da referência [4] para os canais de 8 a 15, respectivamente.

### 3.4.1.3 Canal de Sinalização (“Hailing”)

**3.4.1.3.1** O canal de sinalização (“hailing”) se destina especificamente para um empreendimento. A configuração de ausência de definição (ou, de “default”) dos parâmetros da camada física (estabelecidos pelo empreendimento) define as frequências de canal de sinalização (“hailing”) que permitem que dois transceptores iniciem uma comunicação entre eles (através de um pedido prévio ou de um processo de negociação), de tal forma que eles possam estabelecer uma configuração para a parte de serviços de dados da sessão de (comunicação).

**3.4.1.3.2** O canal (Canal 1) de sinalização (“hailing”) para uso interoperável em UHF deve se dar em (na frequência de) 435.6 MHz no enlace direto e, em (na frequência de) 404.4 MHz no enlace de retorno (com taxa-de-inversão ou de “turnaround”, de  $1348/44*33$ ).

**3.4.1.3.3** Se o equipamento de radio de enlace de Proximidade pode operar somente em um único canal (i.e., com um único par de frequências, uma direta e uma de retorno), então o canal de sinalização (“hailing”) deve ser o mesmo que o canal utilizado para trabalho (veja 1.5.1.2).

**3.4.1.3.4** Se o equipamento de radio de enlace de Proximidade pode operar com canais múltiplos, então o canal de sinalização (“hailing”) deve ser distinto do canal de trabalho.

### NOTAS

- 1 A sinalização (“hailing”) é bi-direcional, i.e., qualquer um dos seus elementos (principais) pode dar início à sinalização. A sinalização é executada com o uso de uma taxa de dados baixa e, portanto, implica em uma atividade de baixo (pequeno) uso de banda (de frequência). O Canal 1 foi selecionado para minimizar o uso de banda de UHF.
- 2 A sinalização (“hailing”) é executada entre transceptores que são pré-configurados. Portanto, ela é nominalmente executada nominalmente pelo canal de sinalização. No entanto, se os transceptores são configurados de forma compatível, a sinalização pode ser realizada com o uso pré-acordado de um canal. A primeira geração de transceptores é de frequência fixa e utilizam o Canal 0.
- 3 Veja a subcamada MAC (“Medium Access Control”) para maiores detalhes de sinalização (“hailing”) no processo de estabelecimento de enlace. Existem vários parâmetros associados com a atividade de Sinal (“Hail”) que são definidos pela MIB (“Management Information Base”). Veja a referência [4], no seu anexo B para estes parâmetros específicos-para-um-empreendimento (aplicação).
- 4 A sinalização (“hailing”) é para ser executada em enlaces do tipo “half” e “full” duplex, com o uso de canal assíncrono e de um enlace de dados assíncrono.
- 5 É recomendado que após o estabelecimento do enlace, com o uso de sinalização (“hailing”), que seja realizada a transição sobre o canal de trabalho (se disponível), assim que possível.

### 3.4.1.4 Pares de Frequência Direta Simples e de Retorno Simples

NOTA – Frequências de enlace direto e de retorno podem ser relacionadas de forma coerente, ou não.

**3.4.1.4.1** Os seguintes três canais adicionais (com pares de frequências diretas e de retorno, fixas) são definidos para operações de Proximidade - 1:

- a) Canal 0. No caso em que o sistema requer apenas uma frequência de retorno, associada com a frequência direta de 437.1 MHz, a frequência de retorno deve ser de 401.585625 MHz (com taxa-de-inversão (“turnaround ratio”) de 147/160).
- b) Canal 2. No caso em que o sistema requer apenas uma frequência de retorno, associada com a frequência direta de 439.2 MHz, a frequência de retorno deve ser de 397.5 MHz (com taxa-de-inversão (“turnaround ratio”) de 1325/24\*61).
- c) Canal 3. No caso em que o sistema requer apenas uma frequência de retorno, associada com a frequência direta de 444.6 MHz, a frequência de retorno deve ser de 393.9 MHz (com taxa-de-inversão (“turnaround ratio”) de 1313/38\*39).

**3.4.1.4.2** A Tabela 3-2 detalha a designação dos canais 0 a 7 de Proximidade - 1.

NOTA - Os Canais 8 a 15 estão definidos na diretiva “SET PL EXTENSIONS”; veja o anexo da referência [4]. A designação de frequências específicas para estes canais está reservada para o CCSDS.

**Tabela 3-2: Designações de 0 a 7 de Canais de Proximidade-1 (Frequências em MHz)**

Número do Canal (Ch)	Frequência Direta (F)	Frequência de Retorno (R)
0	437.1	401.585625
1	435.6	404.4
2	439.2	397.5
3	444.6	393.9
4	Entre 435 e 450	Entre 390 e 405
5	Entre 435 e 450	Entre 390 e 405
6	Entre 435 e 450	Entre 390 e 405
7	Entre 435 e 450	Entre 390 e 405

### 3.4.1.5 Frequências Diretas Múltiplas e de Retorno Múltiplas

NOTA – Frequências de enlace direto e de retorno podem ser relacionadas de forma coerente, ou não.

No caso em que existe a necessidade para uma ou múltiplas frequências de retorno, emparelhadas com uma ou múltiplas frequências diretas, as frequências diretas devem ser selecionadas na banda de 435 MHz a 450 MHz, em intervalos de 20 KHz, enquanto que as frequências de retorno devem ser selecionadas na banda de 390 MHz a 405 MHz, em intervalos de 20 KHz. Estes pares de frequências devem ser distintos dos pares de frequências definidos nos Canais 0 a 7. Os componentes de frequências direta e de retorno para os canais de 8 a 15 são reservados para esta finalidade.

### **3.4.2 FREQUÊNCIAS DE BANDA - S**

As frequências de Banda-S são intencionalmente deixadas sem especificação até que uma necessidade de usuário é identificada, para elas.

NOTA – Se tal necessidade se fizer presente, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado CCSDS, no endereço e-mail:  
secretariat@mailman.ccsds.org.

### **3.4.3 FREQUÊNCIAS DE BANDA - X**

As frequências de Banda-X são intencionalmente deixadas sem especificação até que uma necessidade de usuário é identificada, para elas.

NOTA – Se tal necessidade se fizer presente, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado CCSDS, no endereço e-mail:  
secretariat@mailman.ccsds.org.

### **3.4.4 FREQUÊNCIAS DE BANDA - KA**

As frequências de Banda-Ka são intencionalmente deixadas sem especificação até que uma necessidade de usuário é identificada, para elas.

NOTA – Se tal necessidade se fizer presente, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado CCSDS, no endereço e-mail:  
secretariat@mailman.ccsds.org.

### **3.4.5 POLARIZAÇÃO**

Ambos os enlaces, o direto e o de retorno devem operar com RHCP.

### **3.4.6 MODULAÇÃO**

**3.4.6.1** Os dados PCM devem ser Bi-Fase-L (“Bi-Phase-L”) codificados e modulados diretamente na portadora.

**3.4.6.2** A portadora residual deve ser fornecida com índice de modulação de  $60^\circ \pm 5\%$ .

**3.4.6.3** A simetria das formas de onda PCM Bi-Fase-L (“Bi-Phase-L”) devem ser tais que a razão de marca-para-espço (“mark-to-space ration”) esteja entre os valores 0.98 e 1.02.

**3.4.6.4** Um sinal que tende para um valor positive deve resultar em um avanço de fase da portadora de rádio frequência. Para modulação direta com formas de onda Bi-fase-L (“Bi-phase-L”),

- a) um símbolo ‘1’ deve resultar em avanço da fase da portadora de radio frequência, no início do intervalo de símbolo;
- b) um símbolo ‘0’ deve resultar em atraso.

### 3.4.7 TAXAS DE DADOS

#### 3.4.7.1 Taxas de Dados Direta (“Forward”) e de Retorno (“Return”)

O enlace de Proximidade - 1 deve dar suporte a uma ou mais das seguintes 12 taxas discretas diretas (“forward”) e de retorno (“return”), definidas em termos de bits-por-segundo: 1000, 2000, 4000, 8000, 16000, 32000, 64000, 128000, 256000, 512000, 1024000, 2048000.

#### 3.4.7.2 Estabilidade de Curto Termo da Taxa de Dados

**3.4.7.2.1** A estabilidade de curto prazo de taxa de dados medida na saída do transmissor de Proximidade - 1 deve observar os quesitos da tabela 3-3 e do parágrafo 3.4.7.2.2.

**Tabela 3-3: Requisitos de Estabilidade de Curto Termo**

Taxa de Símbolos (1/T <sub>s</sub> )	Requisito de Estabilidade Curto Termo
< 16 Ksps	T <sub>avg</sub> -T <sub>s</sub>  /T <sub>s</sub> < 0.001, onde T <sub>avg</sub> é o período médio de cada símbolo sobre 10 símbolos
≥ 16 Ksps	T <sub>avg</sub> -T <sub>s</sub>  /T <sub>s</sub> < 0.001, onde T <sub>avg</sub> é o período médio de cada símbolo sobre 100 símbolos

**3.4.7.2.2** A taxa de símbolos de dados gerados não deve se desviar mais do que (mais ou menos) 10% do que as taxas definidas para o caso de Proximidade - 1, quando medidas na saída do transceptor e medidas na base de “símbolo-a-símbolo”. O máximo desvio de qualquer símbolo deve ser limitado a (mais ou menos) 10 % da taxa media de símbolos.

#### 3.4.7.3 Desvio (“Offset”) da Taxa de Dados

A taxa de símbolos de dados gerados, medidos em um intervalo maior do que 10000 períodos de símbolos devem diferir menos do que 0.1% das taxas definidas para Proximidade - 1, quando medidas na saída do transmissor.



### 3.5 REQUISITOS DE DESEMPENHO

#### 3.5.1 TAXA DE ERRO DA SEQUÊNCIA DE BITS ENTREGUES

As margens de enlace devem ser projetadas para prover uma Taxa-de-Bits-de-Erro (“Bit Error Rate”), ou BER, menor ou igual a  $1 \times 10^{-6}$  para enlaces assíncronos.

#### 3.5.2 REQUISITOS DE ESTABILIDADE DE FREQUÊNCIA DA PORTADORA

**3.5.2.1** A estabilidade de longo prazo do oscilador (ao longo da vida da missão), incluindo todos os efeitos e as condições gerais de operação, deve ser de 10 ppm.

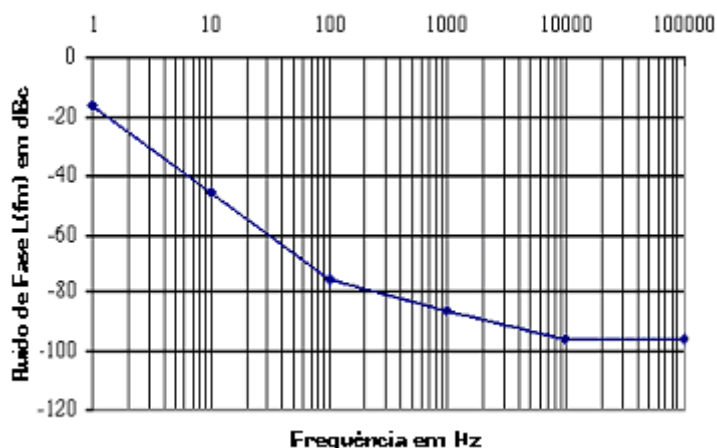
**3.5.2.2** A estabilidade de curto prazo do oscilador, durante um minuto, deve ser de 1 ppm.

#### 3.5.3 MODULAÇÃO DE AMPLITUDE RESIDUAL

O resíduo de modulação de amplitude do sinal de RF modulado em fase deve ser menos do que 2% RMS.

#### 3.5.4 RUÍDO DE FASE DA PORTADORA

A especificação mínima para o ruído de fase do oscilador a 437.1 MHz deve ser limitada pelo gabarito mostrado na figura 3-1. A figura mostra a potência normalizada em dBc (onde dBc se refere à potência relativa à potência da portadora) versus o deslocamento (“offset”) de frequência da portadora, em Hz.



**Figura 3-1: Ruído de Fase do Oscilador**

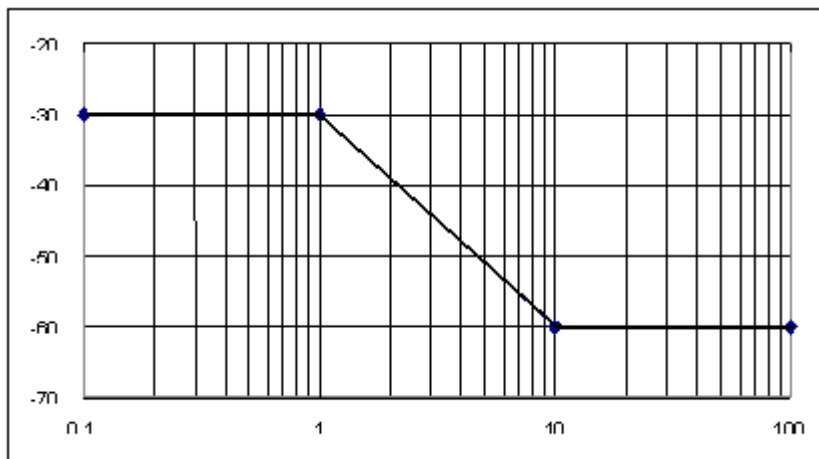
NOTA – Esta especificação é aplicável somente no modo não-coerente.

#### 3.5.5 DESVIOS FORA DA BANDA

As linhas espectrais espúrias do sinal de RF transmitido devem ser limitadas em acordo com o gabarito representado na figura 3-2. A figura mostra a potência normalizada em dBc

vs. a frequência normalizada  $(f-f_c)/A$  (onde  $A = 2 \cdot R_b$  e  $f_c$  = frequência da portadora), no caso em que a codificação convolucional não é aplicada. O fator 2 se deve ao uso do código de Manchester bi-fásico (“bi-phase”).  $R_b$  é a taxa de bits (dados em formato original ou, “raw data”).

NOTA –  $A = 4 \cdot R_b$  se a codificação convolucional é a utilizada.



**Figura 3-2 : Gabarito de Linhas Discretas para o Transmissor (Potência Normalizada em dBc versus Frequência Normalizada:  $(f-f_c)/A$ )**

### 3.5.6 REQUISITOS PARA AQUISIÇÃO E RASTREIO DOPPLER

NOTA – Os requisitos de aquisição e de rastreamento de impostos sobre qualquer elemento de rede são especificados em acordo com as frequências de rádio empregadas no enlace. Os requisitos se aplicam à interface de RF (Rádio Frequência) entre os elementos E1 e E2. No caso de interface coerente de RF entre os elementos E2c, existe um deslocamento (“offset”) adicional  $\Delta f$ , causado pela taxa de inversão (“turnaround”) do elemento correspondente que precisa ser rastreado..

#### 3.5.6.1 Frequências UHF

- a) Excursão da frequência Doppler:  $\pm 10$  kHz;
- b) Taxa de variação da frequência Doppler:
  - 1) 100 Hz/s (em modo não coerente),
  - 2) 200 Hz/s (em modo coerente).

NOTA – A taxa de variação da frequência Doppler não inclui a taxa de variação Doppler exigida pela unidade de rastreamento (“tracking canister”) ou, para os piores casos, de espaçonave-para-espaçonave.

### **3.5.6.2 Freqüências de Banda - S**

Os requisitos de freqüência em Banda - S são intencionalmente não especificados até que uma necessidade de usuário para eles possa ser identificada.

NOTA – Se tal necessidade surgir, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado do CCSDS, no e-mail: [secretariat@mailman.ccsds.org](mailto:secretariat@mailman.ccsds.org)

### **3.5.6.3 Freqüências de Banda - X**

Os requisitos de freqüência em Banda - X são intencionalmente não especificados até que uma necessidade de usuário para eles possa ser identificada.

NOTE – Se tal necessidade surgir, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado do CCSDS, no e-mail: [secretariat@mailman.ccsds.org](mailto:secretariat@mailman.ccsds.org)

### **3.5.6.4 Freqüências de Banda - Ka**

Os requisitos de freqüência em Banda-Ka são propositadamente não especificados, até que uma necessidade de usuário para eles possa ser identificada.

NOTA – Se tal necessidade surgir, os usuários são solicitados a entrar em contato com o Secretariado do CCSDS, no e-mail: [secretariat@mailman.ccsds.org](mailto:secretariat@mailman.ccsds.org).



## **ANEXO A**

### **DIRETIVAS QUE AFETAM A CAMADA FÍSICA COM PROXIMIDADE-1**

**(Normativa)**

Este anexo, para fins de uma apresentação completa, apenas lista as diretivas do Protocolo de Enlace Espacial com Proximidade - 1 que afeta a Camada Física. Estas diretivas são definidas no anexo A da referência [4].

INICIALIZA OS PARÂMETROS DO TRANSMISSOR

INICIALIZA OS PARÂMETROS DO RECEPTOR

INICIALIZA AS EXTENSÕES DE “PL”

Página em Branco