

# Princípios de Telecomunicações

Transmissão de Sinais

Prof. José Erlan Nunes Matias





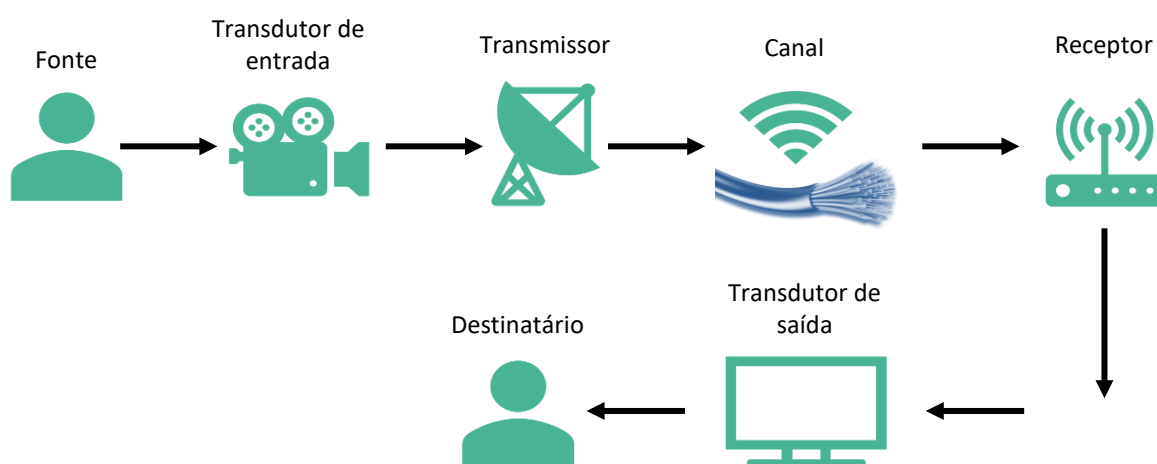
## Princípios de Telecomunicações – Transmissão de sinais<sup>1</sup>



### 1. Elementos de um sistema.

No material anterior foi mencionado um pouco a ideia do sistema de telecomunicações. Continuando, veremos que um sistema possui alguns elementos importantes, como a fonte de informação, o transdutor de entrada, o transmissor, o canal de comunicação, o receptor, o transdutor de saída e o destinatário. Alguns elementos já são conhecidos, contudo vamos trazer mais alguns detalhes.

Figura 1: Elementos de um sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor.

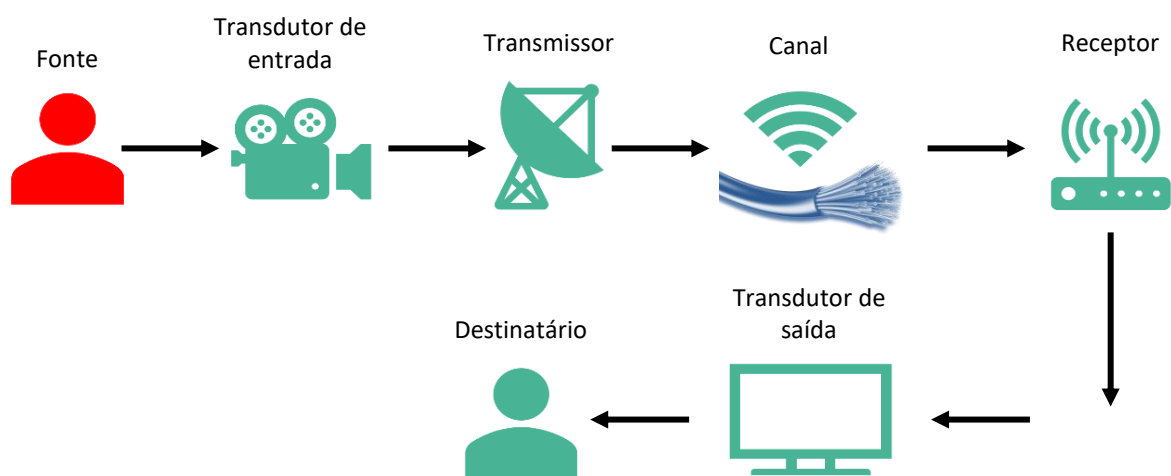
### 2. Fonte.

A fonte de informação seria aquilo que queremos transmitir, onde a informação é gerada. Podemos dizer também que é o ambiente onde se encontra a informação que vai ser transmitida. Como exemplos poderíamos citar a voz e uma cena de TV. Resumindo, podemos dizer que a fonte é quem produz a informação, e essa ainda será manipulada para poder ser transmitida.

<sup>1</sup> José Eralan Nunes Matias é graduado em Licenciatura em Matemática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.



Figura 2: Fonte.

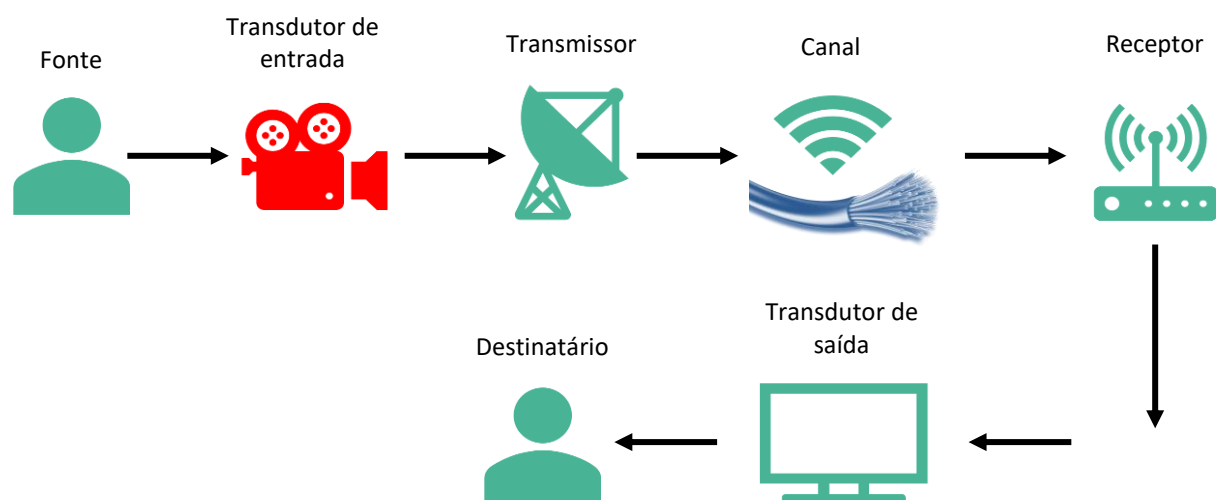


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3. Transdutor de entrada.

O transdutor de entrada é um elemento muito importante neste conjunto. Ele é quem transforma aquela informação ainda não manipulada em sinais elétricos. O transdutor é quem recebe o sinal da fonte. Como exemplos podemos citar o microfone, uma câmera de TV. Seria interessante dizer que transdutor é todo dispositivo que transforma uma forma de energia em outra.

Figura 3: Transdutor



Fonte: Elaborado pelo autor.

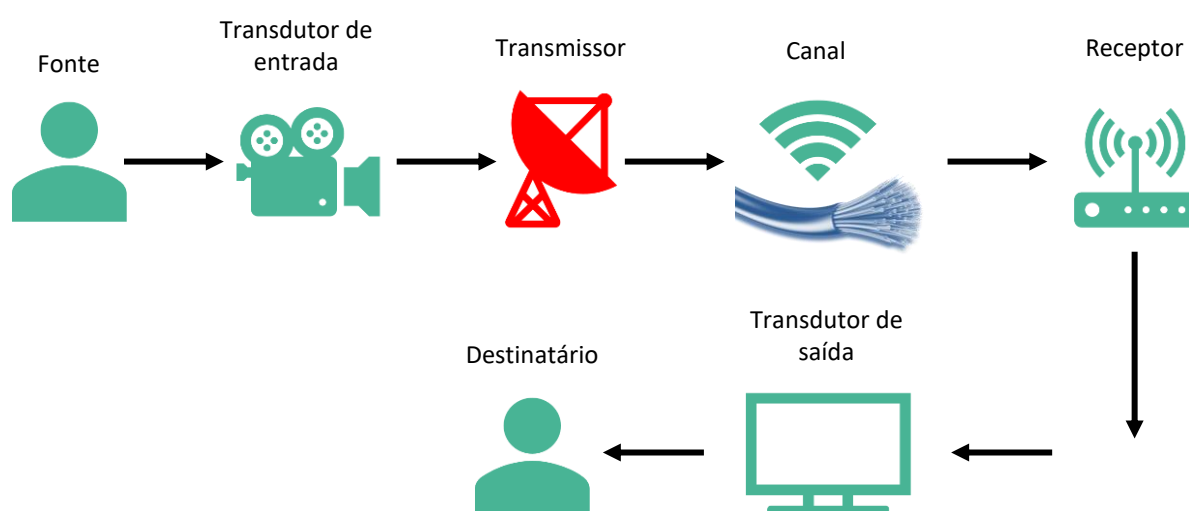


#### 4. Transmissor.



O transmissor é um dispositivo que através do circuito eletrônico processa o sinal para adaptá-lo ao canal de comunicação desejado. Muitos desses transmissores possuem uma antena para ajudar na propagação por sinal eletromagnético. Um dos processos envolvidos na transmissão é a modulação, que serve para preparar o sinal de informação a ser transmitido. Podemos citar como exemplo, uma torre de transmissão.

Figura 4: Transmissor.



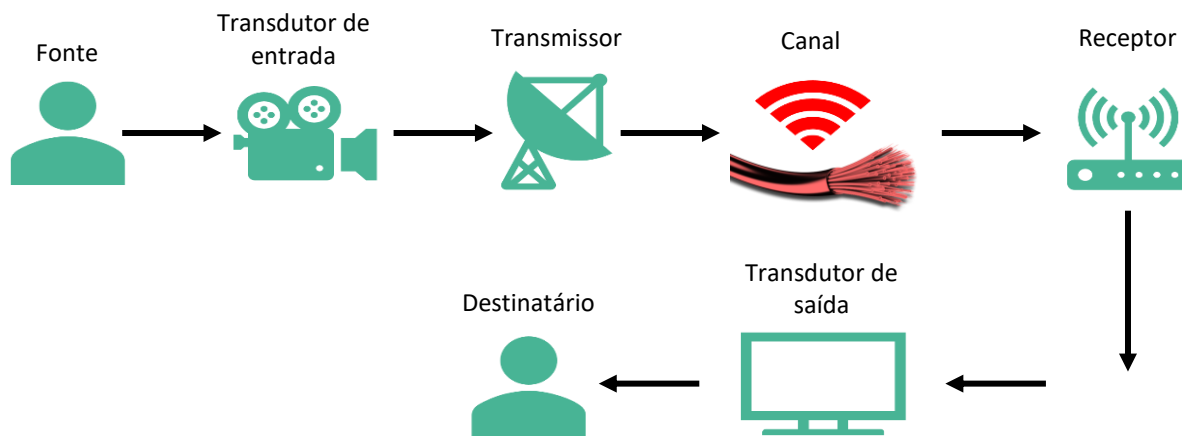
Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 5. Canal de comunicações.

O canal de comunicações é meio físico onde o sinal, depois de manipulado, irá ser transmitido. Nesta etapa que costuma acontecer as atenuações, perdas, contaminação por ruído entre outros problemas que vamos abordar neste material. O canal de comunicações é o caminho onde os sinais da informação transitam. Como exemplos podemos citar a fibra ótica e a atmosfera.



Figura 5: Canal.

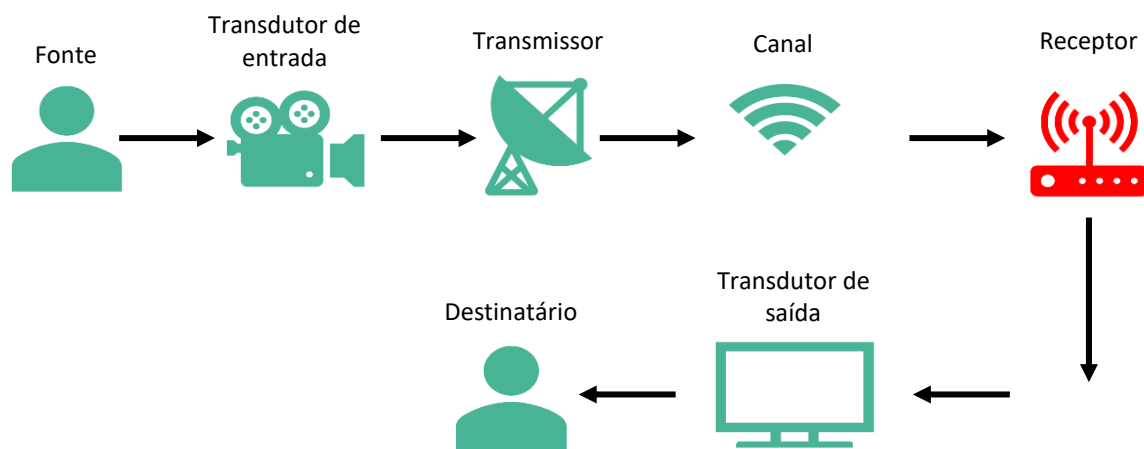


Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6. Receptor.

É a parte que recebe os sinais da informação e os processa para entregá-los ao transdutor de saída. Uma das suas principais funções é a ampliação do sinal, bem como a demodulação. O receptor é o responsável por tirar informações dos sinais que chegam do canal, onde muitas vezes sofrem ruídos e distorções. Como exemplo, podemos citar um receptor de TV digital.

Figura 6: Receptor.



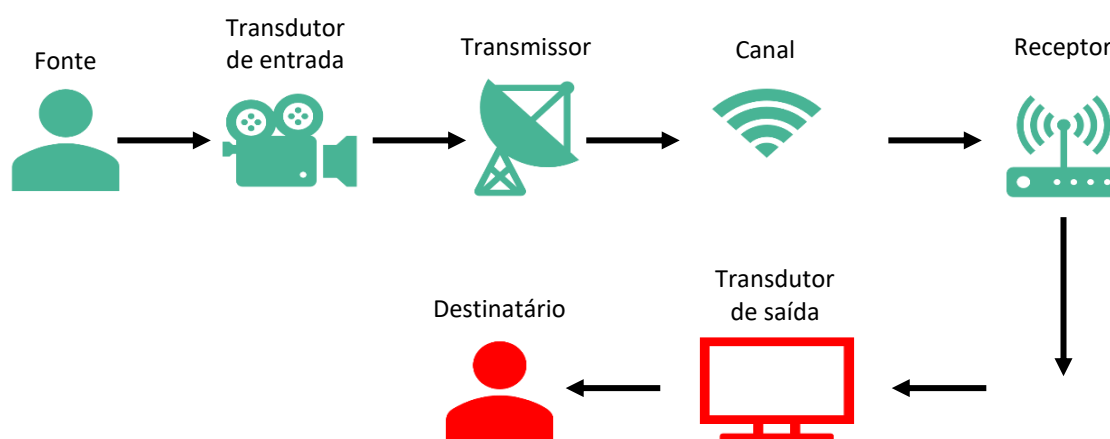
Fonte: Elaborado pelo autor.



## 7. Transdutor de saída e destinatário.

O conceito é o mesmo visto anteriormente no transdutor de entrada. Como o transdutor é um dispositivo responsável por transformar tipos de energias em outras, nesta etapa o mesmo irá converter o sinal elétrico de informação para a forma de onda original onde se encontra a informação. Assim a linguagem elétrica é traduzida para nossa linguagem (sons, imagens etc). O destinatário seria quem a mensagem se destina. Poderíamos citar como exemplo de transdutor de saída, um alto-falante e o destinatário poderia ser você assistindo, em sua casa, Game of Thrones.

Figura 6: Transdutor de saída e Destinatário.



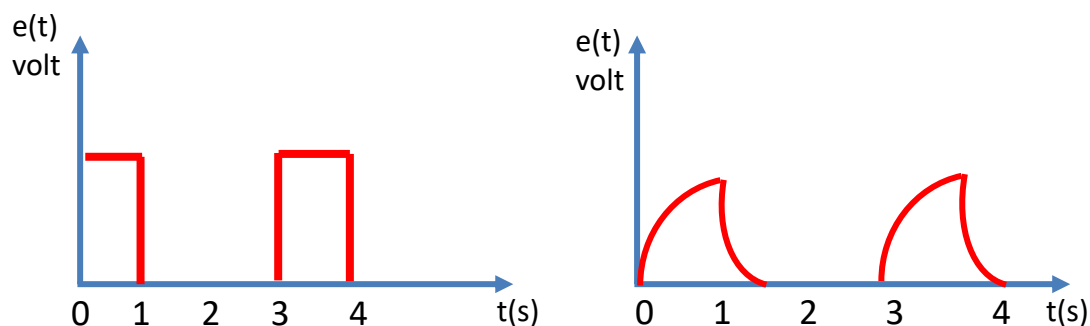
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8. Distorção.

Os sinais de informação estão sujeitos a distúrbios como vimos anteriormente, e essas deformações acontecem nos canais. Ou seja, a distorção consiste em uma alteração da forma do sinal durante sua transmissão. O sinal transmitido pode sofrer uma distorção sistemática ou uma distorção fortuita. Aquela ocorre em um meio físico onde pode-se prever o que vai acontecer com o sinal transmitido. A distorção fortuita como o nome já diz, ocorre aleatoriamente, ou seja, apenas usando métodos estatísticos para prevê-la. Esta distorção é mais conhecida como ruído e muitas vezes danifica totalmente a informação contida no sinal.



Figura 7: Distorção de pulsos.



Fonte: Medeiros, 2010, p. 83.

## 9. Ruído.

Os ruídos, N (noise), em inglês, são sinais indesejados que interferem num sistema de comunicações, como vimos anteriormente podemos considerar como ruído uma distorção fortuita. Podemos considerá-los como principal inimigo das comunicações, pois degrada a fidelidade do sinal analógico e pode introduzir erros na transmissão ou recepção dos sinais digitais. Muitas vezes os ruídos são produzidos pelos próprios equipamentos utilizados nos sistemas de comunicações, ou seja, provocados pelo homem, não obstante são produzidos pela atmosfera. “Os ruídos atmosféricos são chamados de estática por muitos operadores de rádio (MEDEIROS, 2010, p. 90)”.

Figura 8: Imagens com ruídos.



Fonte: <https://www.hindawi.com/journals/aaa/2013/850360/fig1/>



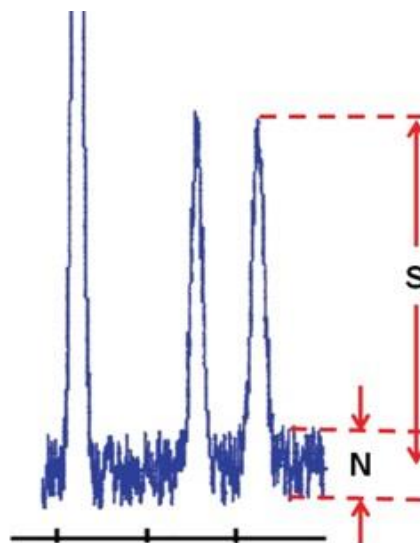


Figura 9: Relação SNR.

## 10. Relação sinal/ruído (S/N).

Uma relação bastante usada para saber o quão significativo é um ruído em um determinado sinal é a razão/ruído. A mesma é expressa em dB. Podemos observar na fórmula abaixo, que a relação compara o nível de um sinal desejado com o nível do ruído.

$$\frac{S}{N} = 10 \log \frac{P_{sinal}}{P_{ruído}}$$



Fonte: <http://blog.santoangelo.com.br/relacao-sinal-ruído/>

Fica fácil analisar que quanto mais aumentar o nível do sinal, melhor ele fica. Todavia, o ideal seria não só melhorar esse sinal, mas também diminuir o ruído presente no sistema. Assim, o seu objetivo é sempre tentar aumentar a razão SNR (sinal/ruído).

Muitos circuitos eletrônicos implementam funções de processamento de sinais, onde o principal objetivo é amplificar, atenuar ou remover componentes de sinais elétricos. Como exemplos temos os filtros passa-faixa, passa-baixas, passa-altas entre outros.



### Vamos imaginar a seguinte situação:

Durante a análise de um canal de transmissão digital, sabendo que nas comunicações digitais a relação sinal ruído mínima é  $S/N \geq 15$  dB, foi verificado que a potência de ruído inerente a esse canal era de 3 W. A medida do nível de potência de recepção do sinal mostrou o valor de 45 W. O nível de sinal obtido na recepção era satisfatório de forma a garantir a integridade da informação digital transmitida?

$$\frac{S}{N} = 10 \log \frac{P_{sinal}}{P_{ruído}} \rightarrow \frac{S}{N} = 10 \log \frac{45W}{3W} = 10 \cdot 1,176 = 11,76 \text{ dB}$$

Levando-se em conta o valor da relação sinal ruído mínima (15 dB) na recepção, podemos afirmar que o valor do nível de sinal não foi satisfatório, comprometendo a informação.

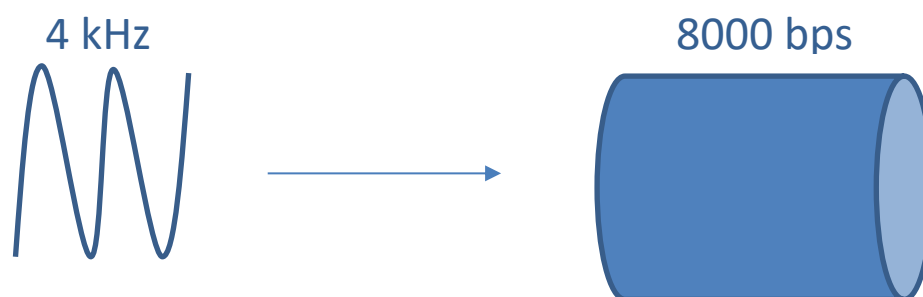




## 11. Capacidade de um canal.

Como vimos anteriormente, o teorema da amostragem, conceito descrito por Nyquist em 1924, tem muito uso, por exemplo, no desenvolvimento de codificadores analógicos-digitais (modem), onde é de extrema importância o processo de restauração da informação. O teorema da amostragem define a quantidade mínima de amostras que devem ser obtidas de um sinal contínuo amostrado deve ser duas vezes a maior frequência deste sinal, para ser possível sua recuperação. Assim, dada uma largura de banda K Hz, a maior taxa de sinal que poderá ser suportada por esta largura de banda será 2K bps. Por exemplo, um canal de voz com largura de banda de 4000 Hz está sendo utilizado via modem para transmitir dados digitais, qual seria a capacidade do canal? De acordo com o teorema será  $2 \times 4000 = 8000$  bps.

Figura 10: Capacidade de um canal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sabemos que as paredes têm ouvidos, certo? Bom, mas sabemos também que uma simples conversa entre duas pessoas não pode chegar tão longe, pois a informação criada nesta conversa não tem propriedades físicas para viajar tanto, porém existe uma grande aliada das telecomunicações chamada portadora. A portadora tem papel fundamental na elaboração dos modems, uma vez que a informação (mensagem) é impressa na mesma. Conhecer um pouco mais sobre esta grande amiga da telecom é interessante nesta etapa do curso. Antes precisamos saber o que significa Baud e relembrar o significado de modulação.

## 12. Modulação.

Sabemos que modulação é a variação das características de uma onda (portadora) de acordo com outra onda ou sinal (sinal modulador). Assim, podemos dizer que a modulação nada mais é que um processo para imprimir uma informação em uma onda portadora para permitir sua transmissão no meio de comunicação. A portadora pode ser analógica (senóide) ou



digital (trem de pulsos) e o sinal modulador pode ser analógico (exemplo: voz) ou digital (dados). Vamos ver nesse material a modulação ASK que consiste alterar a amplitude da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido.



### 13. Baud.

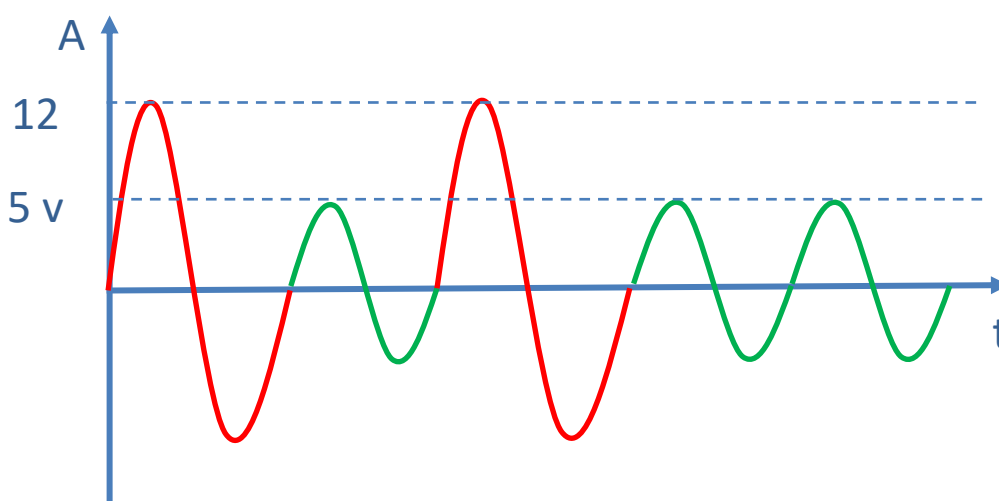
Muitas vezes confundido com bit/s (Bit Rate), o Baud é o número de possíveis variações da onda portadora, ou seja, o número de vezes que se imprime a informação digital na onda portadora por segundo. Então, em uma taxa de sinal quando temos  $k$  bits/s, essa informação indica efetivamente o número de bits transmitido pelo canal de comunicação a cada segundo. Quando a modulação é do tipo ASK monobit o número de bauds é igual a bits/s, pois a cada baud (cada ciclo da portadora) traz uma informação. Existem ainda a modulação multinível (dibit, tribit etc), onde pode-se trazer mais informações cada ciclo da portadora.

#### Exemplo:

Imagine um protocolo, onde o nível lógico 1 é representado pela amplitude 12 v e para representar o nível lógico 0, utiliza-se a amplitude 5v. No protocolo ainda foi estabelecido que a portadora seria de 4100 Hz e a cada ciclo da mesma, seria lançada uma informação, portanto, um bit por ciclo da onda. Observe como ficaria a forma de onda resultante da transmissão da sequência de bits 101101.

Informação: 10100.

Figura 11: Forma de onda de uma informação.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Observe que a cada ciclo temos um bit (informação) conforme o protocolo escolhido. Como estamos trabalhando com a modulação monobit neste exemplo, cada ciclo traz uma informação, e como a portadora está a 4100 Hz, tem-se uma transmissão à taxa de 4100 bits/s. Se a modulação fosse dibit (2 bits por ciclo) a taxa seria de 8200 bits/s. É importante sabermos que esses protocolos são criados por organismos internacionais, como exemplo podemos citar a União Internacional de Telecomunicações (ITU), onde são sugeridas e determinadas as doutrinas e protocolos utilizados nas telecomunicações.

### Considerações finais.

O desenvolvimento do presente trabalho foi fruto de uma pesquisa sucinta sobre alguns conceitos de telecomunicações, dando um enfoque maior em termos que muitas vezes não são triviais, mas que fazem parte do nosso cotidiano, obrigando-nos a buscar informações muitas vezes equivocadas. Dada a importância do assunto - pois trata-se de uma realidade constante nas ruas, no trabalho e em nossa casa, por estar intimamente ligado às diversas tecnologias que utilizamos - procuramos abordá-lo de maneira que o conteúdo deste curso possa ser utilizado por alunos que estão iniciando cursos de engenharia eletrônica, elétrica e telecomunicações, bem como por profissionais generalistas e curiosos.

Este trabalho tentou utilizar em toda sua extensão uma linguagem clara e objetiva, deixando em alguns casos o leitor buscar informações que já fazem parte de sua bagagem acadêmica, podemos citar aqui os logaritmos que foram extremamente necessários para o entendimento de bel e decibel.

### Referências bibliográficas.

CAMPOS, A. S. Telefonia digital: voz digital. In: *Telefonia Digital: A Convergência de Voz em Dados*. Disponível em: <[http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialconvdados/pagina_3.asp)>. Acesso em: 28 mar. 2018.

FERNANDES, T. G.; PANAZIO, A. N. Do analógico ao digital: amostragem, quantização e codificação. In: II SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2009, Santo André, SP. *Anais eletrônicos...* Santo André: UFABC, 2009. Disponível em: <[http://ic.ufabc.edu.br/II\\_SIC\\_UFABC/resumos/paper\\_5\\_74.pdf](http://ic.ufabc.edu.br/II_SIC_UFABC/resumos/paper_5_74.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2018.

MATIAS, J. E. N. Disciplina: Sistemas de Telefonia. Unidade didática: Sistemas de telefonia. *Notas de aula do curso de Operador de Tecnologia da Informação e Comunicações da Escola de Comunicações*, 2018. 47 f. Digitalizado.



MEDEIROS, J. C. O. *Princípios de telecomunicações: teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: Érica, 2010.

MOECKE, M. Noções de Espectro de Frequência. *Apostila do curso de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC*, 2006. Disponível em: <http://www.sj.ifsc.edu.br/~saul/principios%20de%20sistemas%20de%20telecomunicacoes/Nooes%20de%20Espectro%20de%20Frequencias.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SILVEIRA, J. F. PORTO. *Matemática Elementar – O decibel, ou melhor: os decibéis*. UFRGS. Disponível em: <http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/passa1e.html>. Acesso em: 20 mar. 2018.



O texto *Princípios de Telecomunicações – Transmissão de Sinais* de José Erlan Nunes Matias está licenciado com uma [Creative Commons - Atribuição-Compartilhual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Para saber mais sobre os tipos de licença, visite <http://creativecommons.org.br/as-licencas>



<http://poca.ufscar.br/>

Este material tem por finalidade mostrar um pouco sobre Transmissão de sinais. Este material traz a terceira parte do curso *Princípios de Telecomunicações*.

Espero ter ajudado com este material. O mesmo foi fruto de pesquisas bibliográficas de livros e artigos, sendo esses encontrados na web. Caso encontre algum erro conceitual, bem como gramatical, estamos abertos a sugestões e correções.

Este curso tem 10 horas, então muitos assuntos relacionados a alguns temas não foram abordados, mas fica aqui uma pequena contribuição para pesquisas mais aprofundadas.

Muito obrigado!

