

# Projeto de Sistemas RF

## Aula 02 - Fundamentos de Comunicações RF

# Apresentação

---

Na aula passada você viu uma revisão das estruturas básicas de programação, assim como algumas noções de matemática binária. Nesta aula, nós vamos focar no que é uma comunicação e vamos ver exemplos de vários tipos de comunicação, sendo elas sem fio e com fio. Também faremos uma introdução às comunicações que utilizam radiofrequência (RF) como meio de transmissão, e vamos conhecer algumas características comuns a esse tipo de transmissão.

## Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Entender o que é uma comunicação e como ela ocorre.
- Analisar várias formas e meios de realizar uma comunicação.
- Conhecer os componentes básicos que compõem a comunicação por RF.
- Conhecer as principais características de uma comunicação RF.

# Comunicação, o que é isso?

---

Vamos começar esta aula imaginando a seguinte situação: você está com os seus amigos fazendo um relato de como foi sua viagem das últimas férias. Você fala o que ocorreu, eles ouvem e entendem, e às vezes podem fazer comentários ou perguntas sobre um ou outro evento que não conseguiram entender bem. Nesse exemplo, o que está acontecendo?

Você está se comunicando com seus amigos! Mais especificamente, você pensa no que quer falar e seu cérebro transforma isso em movimentos de seus pulmões, cordas vocais, língua, boca e lábios, de forma a transformar isso em voz, que são apenas ondas sonoras que se propagam no ar. Seus amigos, por vez, percebem sua voz através dos seus ouvidos e utilizam seus cérebros para entender o que aquelas ondas sonoras significam, e então ocorre a comunicação.

A partir do exemplo acima, você consegue pensar em uma definição de comunicação? Bem, a definição geral de comunicação é bem complexa, mas nós podemos simplificar como sendo a transmissão ou troca de informação entre duas entidades através de algum meio físico. No exemplo, o meio físico é o ar, que é por onde passam as ondas sonoras.

Nossas bocas e ouvidos são usados para transmitir e captar a nossa voz e nossos cérebros interpretam essa voz para obter a informação desejada, que no caso é o relato da viagem de férias. Por acaso você já tinha pensado que uma simples conversa envolvesse tantos detalhes para acontecer? Ainda bem que nossos cérebros são máquinas bastante poderosas e não precisamos nos preocupar com esses detalhes para conversar, não é?

Vamos agora a outro exemplo: você lembra da brincadeira do telefone de copo? É aquela na qual as crianças usam copos ligados por um cordão para conversar à distância, como você pode ver na figura 1.

**Figura 01** - Exemplo dos copos



Lembrou? Aposto que sim. Nessa brincadeira também ocorre uma comunicação, mas um pouco diferente do primeiro exemplo. Você consegue descrever em detalhes o que está acontecendo?

## Atividade 01

1. Descreva em detalhes o que acontece na brincadeira dos copos. O que é utilizado para transmitir a informação? E para receber? Qual o meio de comunicação e qual a função dos copos?

Para checar as respostas, clique [aqui](#).

## Respostas

1. Descreva em detalhes o que acontece na brincadeira dos copos. O que é utilizado para transmitir a informação? E para receber? Qual o meio de comunicação e qual a função dos copos?

O transmissor é mais uma vez a sua boca, junto com suas cordas vocais, o receptor é mais uma vez o ouvido de quem está do outro lado da linha. O meio de comunicação onde as ondas sonoras são transmitidas é o fio (que vibra). A função dos copos é converter essas

ondas do ar para o cordão. Um deles faz o fio vibrar da mesma forma que a voz, e o outro faz o ar dentro do copo vibrar do mesmo jeito que o fio está vibrando, fazendo a sua voz aparecer do outro lado da linha, completando a comunicação.

## Comunicação com fio

---

Você pensou sobre o exemplo dos copos? Conseguiu identificar em detalhes como eles funcionam? Bem, o transmissor é mais uma vez a sua boca, junto com suas cordas vocais, e o receptor é mais uma vez o ouvido de quem está do outro lado da linha. Mas o meio de comunicação agora é diferente: as ondas sonoras são transmitidas pelo fio, e não pelo ar!

A função dos copos é converter essas ondas do ar para o cordão. Um deles faz o fio vibrar na mesma forma da voz, e o outro faz o ar dentro do copo vibrar do mesmo jeito que o fio está vibrando, fazendo a sua voz aparecer do outro lado da linha, e completando a comunicação. Por isso é importante que o fio esteja esticado: se ele estiver curvo não será possível transmitir as ondas e não será possível se comunicar pelos copos.

Apesar de ser bem simples, essa brincadeira dos copos é bem próximo do que acontece em outras formas de comunicação, como por exemplo em shows. O cantor utiliza a voz e o microfone transforma essa voz em sinais elétricos, que são transmitidos através de fios para uma caixa de som, que vai converter e amplificar o sinal elétrico de volta em ondas sonoras, fazendo com que todos no show ouçam o artista e depois fiquem com um zumbido no ouvido por causa do som alto.

A mesma ideia acontece com o telefone da sua casa, sendo que o sinal elétrico vem através de fios distribuídos pela sua cidade ou pelo país, dependendo da distância da sua ligação.

Até então falamos somente sobre transmitir som, mas é somente isso que podemos transmitir? Claro que não. De uma forma geral, nós transmitimos dados, sendo o som um tipo de dado. Pegue por exemplo um computador conectado a internet através de um cabo de rede. Ele está se comunicando com alguma coisa?

Sim. Mas o que está sendo transmitido? Voz? Não, pelo menos a princípio. Os dados transmitidos por computador são dados digitais e podem ser dos mais diversos tipos: páginas de internet sendo acessadas, arquivos sendo baixados ou enviados, mensagens de texto de uma conversa em um chat, imagens de webcam ou até mesmo voz!

Porém, todas essas informações são transformadas em dados binários para serem enviados ou recebidos pela placa de rede através do cabo. Ou seja, o que são transmitidos são os dados em forma de números binários, independente do que esses dados signifiquem.

Todas as formas de comunicação que falamos aqui têm como característica em comum o meio de transmissão utilizado: fios. Mas sabemos que muitas comunicações feitas hoje em dia são sem fio. Uma simples conversa, como no primeiro exemplo desta aula, é uma forma de comunicação sem fio. Você consegue lembrar de mais alguma?

## Atividade 02

---

1. Liste algumas formas de comunicação sem fio existentes nos dias de hoje.

Para checar as respostas, clique [aqui](#).

### Respostas

1. Liste algumas formas de comunicação sem fio existentes nos dias de hoje.

Temos a nossa voz. Temos também os sinais de fumaça, que os povos antigos utilizavam para se comunicar à distância. Temos o telefone celular, um dispositivo no qual podemos transmitir voz e também dados, como por exemplo, mensagens de texto, sem estar conectado a nenhum fio, através de antenas. Temos também a conexão Wi-Fi, que permite que computadores troquem dados entre si e com a internet sem o uso de cabos. O controle remoto da televisão que

utiliza a luz para realizar a comunicação, através de um transmissor infravermelho (um LED infravermelho no controle) e um receptor (um sensor infravermelho na televisão).

## Comunicação sem fio

---

A comunicação sem fio está tão presente na nossa vida que nem nos damos conta de que ela existe. Temos a nossa voz. Ela é um claro exemplo de comunicação sem fio. Temos também os sinais de fumaça, que os povos antigos utilizavam para se comunicar à distância. Mas temos, também, formas mais modernas de comunicação.

Agora pegue seu telefone celular. Temos um dispositivo no qual podemos transmitir voz, porém ele não é conectado a nenhum fio. Todos os dados são transmitidos através de antenas: a antena do seu celular e a antena da torre de comunicação da operadora que esteja mais próxima do aparelho. E não só voz, como também dados, como por exemplo, mensagens de texto. Temos também a conexão Wi-Fi, que permite que computadores troquem dados entre si e com a internet sem o uso de cabos. Até o controle remoto da sua televisão utiliza comunicação sem fio.

Quando você aperta o botão de mudar de canal, o LED infravermelho (a pequena lâmpada que fica na ponta do controle) pisca de forma a indicar que você quer mudar de canal. O sensor na televisão percebe esse padrão da luz piscando e realiza a mudança que você indicou no controle. Você não consegue ver a luz por que o olho humano não consegue enxergar o infravermelho, mas ela está lá! E ela é o meio de comunicação entre o seu controle remoto e a sua televisão.

Assim como as transmissões com fio, as sem fio também utilizam meios específicos para enviar informações. Ao conversar, utilizamos o som e com sinal de fumaça utilizamos... fumaça! O controle remoto utiliza luz infravermelha, enquanto as transmissões por celular e redes wi-fi utilizam ondas de rádio. As transmissões de rádio serão o foco da nossa disciplina.

## Atividade 03

---

1. Pegue um controle remoto e aponte para a câmera de um celular. Pressione um dos botões do controle enquanto olha para o LED através do visor do celular. Você vai perceber que o LED acende. Isso acontece porque a câmera do celular detecta a luz infravermelha, e mostra no visor como sendo uma luz normal, que é visível para o olho humano.

## Atividade 04

---

1. Quais os meios utilizados pelas comunicações sem fio citadas nas duas últimas páginas?

Para checar as respostas, clique [aqui](#).

### Respostas

1. Quais os meios utilizados pelas comunicações sem fio citadas nas duas últimas páginas?

Voz – som, sinal de fumaça – fumaça, celular e Wi-Fi – ondas de rádio, controle remoto – luz infravermelha.

## Características de uma transmissão RF

---

Vamos voltar ao exemplo do início da aula: você contando aos seus amigos como foi viagem nas últimas férias. Porém, imagine que você está contando sobre a viagem, mas em japonês! E seus amigos não sabem nada de japonês. Ou que você está falando bem baixinho e seus amigos não conseguem ouvi-lo. Ou você está com algum problema na garganta e sua voz fica falhando, mas você não pára para repetir aquilo que seus amigos não ouviram. Como você acha que ficaria a comunicação?



Com certeza ela seria prejudicada. Da mesma forma acontece com as transmissões de dados via radiofrequência: você tem que definir alguns padrões antes de começar a se comunicar.

## Dispositivos de transmissão

Para transmitir dados por RF é necessário ter um dispositivo que consiga gerar ondas de rádio, chamado de **transmissor**, e outro que saiba como receber tais ondas, chamado **receptor**. Esses dispositivos contêm uma antena, que é o responsável por converter os dados em sinais de rádio (assim como o copo converte as ondas sonoras em vibrações no fio, no exemplo dos copos). Quando um dispositivo pode tanto enviar quanto receber dados, ele é chamado de transceptor (ou, em inglês, *transceiver*).

Os transmissores são como nossa boca e cordas vocais em uma conversa, eles sabem como transmitir, mas não sabem o que transmitir, enquanto os receptores funcionam como nossos ouvidos. É necessário ter o cérebro para dizer o que vai ser transmitido ou o que está sendo recebido. No caso digital, podemos ter um computador ou um microcontrolador que desempenhe o papel do cérebro.

## Frequência de transmissão

---

Para se comunicar é necessário que as pessoas envolvidas entendam a mesma língua, não é mesmo? Se eu falar em japonês para um grupo que não entende japonês eu estarei gastando minha energia à toa e não estarei comunicando nada. Na transmissão de dados RF, falar a mesma língua significa utilizar uma mesma frequência.

As ondas de rádio são ondas eletromagnéticas que variam de 3kHz à 300GHz. Para se comunicar por RF, é necessário que tanto o transmissor quanto o receptor utilizem a mesma frequência de comunicação, ou então eles não vão conseguir se entender e vão simplesmente gastar energia sem realmente comunicar alguma coisa.

Existem certas frequências de rádio que são exclusivas para certas atividades. Por exemplo, existem faixas de frequências para a transmissão de rádio AM, outra para transmissão FM, outra para transmissão de sinais de TV, e por aí vai. Quem diz como são utilizadas as frequências no Brasil é a Anatel, que decide isso de acordo com a União Internacional de Telecomunicação (ou em inglês, *ITU – International Telecommunication Union*). Isso é muito importante, porque senão viraria bagunça! Imagine, como sua mãe ficaria se o sinal de TV fosse interrompido porque o filho do vizinho resolveu utilizar o carrinho de controle remoto na mesma frequência do canal que ela está assistindo?

## Se Liga!

Existem faixas de frequência abertas (que não necessitam de licença para uso) utilizadas para realizar comunicações com fins industriais, científicos e médicos, chamadas de faixas ISM (do inglês **I**ndustrial, **S**cientific and **M**edical).

Essas faixas possuem poucas restrições quanto ao seu uso (basicamente potência transmitida e largura de banda que devem ser mantidas em certos limites). Os equipamentos que as utilizam devem ser capazes de trabalhar (se comunicar) mesmo sob forte interferência, já que diversos outros equipamentos podem se utilizar de tais faixas gratuitamente.

A exemplo, o bluetooth e o wi-fi se utilizam dessas faixas assim como telefones sem fio e rádios de comunicação (os famosos Walk Talks). A Anatel é a responsável por definir as regras para a utilização dessas faixas no Brasil, onde a maioria dos dispositivos de transmissão comerciais trabalham na faixa de 902 MHz a 928 MHz (caso de alguns telefones sem fio) ou na faixa de 2,4 GHz a 2,5 GHz (caso de alguns telefones sem fio, Bluetooth, wi-fi) e na faixa de 5,725 GHz a 5,875 GHz (Conhecida como faixa de 5 GHz).

## Aspectos importantes de uma transmissão RF

Nesta seção serão descritos alguns aspectos que são importantes e devem ser levados em conta em um sistema de RF. Tais aspectos influenciam diretamente no projeto e em como o sistema irá desempenhar seu papel na comunicação.

# Protocolo de comunicação

Para se comunicar não basta saber qual língua utilizar, também é preciso saber utilizar corretamente a língua. Por exemplo, imagine que eu queira falar pra você o seguinte:

“Na minha última semana de férias eu viajei para a Disney com meus pais”.

Porém, eu falo da seguinte maneira:

“Semana para com pais férias eu na minha Disney de meus a última viajei”.

Veja bem: eu falei várias palavras em português, porém não consegui realizar a comunicação pois não segui corretamente as regras gramaticais da língua. Mas mesmo eu falando de forma errada, o seu cérebro é poderoso o suficiente para conseguir extrair alguma informação da mensagem. Já o mesmo não pode ser dito das transmissões de dados. Não basta que os transmissores e receptores trabalhem na mesma frequência, é necessário que os microcontroladores saibam exatamente como é a estrutura da mensagem que está sendo transmitida. Isso é chamado de protocolo de comunicação.

O protocolo define como as mensagens vão ser enviadas e também a hora de enviar ou receber dados. Imagine se você e seus amigos resolvessem falar todos ao mesmo tempo como foi as suas ultimas férias: provavelmente ninguém se entenderia e nenhuma informação seria transmitida.

## Potência do sinal

---

A potência do sinal de transmissão está relacionada com o quão longe sua transmissão pode chegar. É o mesmo que o volume da sua voz. Quanto maior a potência, maior a energia gasta, e mais longe o seu dado será transmitido. É importante que o receptor esteja dentro da distância máxima que o transmissor consegue emitir um dado.

## Interferência e perda de dados

Interferências acontecem devido a vários fatores. Por exemplo, se um ônibus barulhento passar próximo ao lugar onde você e seus amigos estão conversando, você ou seus amigos não poderão ser ouvidos; ou se você estiver falando muito baixo, ou se seus amigos estiverem muito distantes, às vezes não será possível entender o que está sendo dito. O exemplo do ônibus é similar ao que acontece quando dois transmissores estão transmitindo dados na mesma frequência: os dados se misturam e ocorre a interferência de uma transmissão na outra, causando uma perda de dados.

A perda de dados também pode ocorrer devido à potência baixa do sinal. Os protocolos mais modernos de comunicação têm formas de verificar se um dado foi transmitido corretamente e informar ao microcontrolador caso não seja possível transmitir. Uma forma simples é esperar que aquele que recebeu os dados envie um “entendi” para quem transmitiu e, se o transmissor não receber esse “entendi”, enviar novamente os dados.

## Características de uma transmissão RF

Nesta seção serão descritas algumas características importantes de uma transmissão de RF. Apesar de existirem inúmeras características, nos concentraremos nas mais importantes.

## Taxa de transmissão

---

Você já encontrou alguém que fale muito rápido? Quando ele falou com você a primeira vez, você conseguiu entender tudo o que ele falou? Na comunicação verbal até que isso é possível, com certa dificuldade. Mas com transmissões em RF não é bem assim. Tanto o transmissor quanto o receptor tem que estar configurados para se comunicar na mesma velocidade, ou seja, na mesma taxa de transmissão, caso contrário eles simplesmente não conseguirão se comunicar. As taxas são medidas geralmente em “kilobits por segundo” (kbps) ou “megabits por segundo” (Mbps).

A taxa de transmissão define também quanto tempo vai demorar para transmitir um conjunto de dados, desde que se saiba o tamanho desses dados, assim como acontece na comunicação verbal: se eu falar 100 sílabas por segundo, eu terminarei meu discurso bem mais rápido do que se eu falasse 15 sílabas por segundo, porém a chance de que não entendam o que eu estou falando também é maior.

## Configuração do transmissor/receptor

Antes de transmitir um dado por rádio, é importante configurar corretamente tanto o transmissor quanto o receptor. Na comunicação verbal, isso significa aprender a falar e entender a sua língua natal, que no caso é o português, e isso toma geralmente os primeiros anos de nossas vidas. Em circuitos elétricos, isso toma apenas alguns milésimos de segundo e é feito através da troca de algumas mensagens entre o microcontrolador e o dispositivo transmissor ou receptor, definindo a frequência, potência e taxa de transmissão que serão utilizados. Essa comunicação utiliza algum protocolo que seja entendido tanto pelo microcontrolador quanto pelo dispositivo transmissor/receptor. Nas próximas aulas falaremos um pouco mais sobre eles.

# Resumo

---

Nesta aula, aprendemos como ocorre a comunicação de dados, estudando alguns exemplos de transmissão com fio e sem fio, e vimos que a transmissão RF é apenas uma forma de comunicação sem fio. Aprendemos também a diferença entre dispositivos transmissores, receptores e transceptores e que eles necessitam de algum dispositivo “inteligente” que lhes digam o que transmitir ou quando receber. Vimos que os dispositivos transmissores precisam ser configurados corretamente antes de serem utilizados. E por fim, aprendemos quais são as principais características presentes nas comunicações que utilizam dispositivos RF.

## Autoavaliação

---

1. Qual a principal característica das comunicações sem fio?
2. Quais são as faixas de frequências abertas utilizadas para transmissão de dados por RF? Como são chamadas essas faixas de frequência?
3. Quais são as principais características das comunicações por RF? Fale resumidamente sobre cada uma delas.
4. Na transmissão sem fio, por que é importante configurar corretamente o transmissor e receptor antes de realizar a transmissão? O que deve ser configurado?

Para checar as respostas, clique [aqui](#).

## Respostas

1. Qual a principal característica das comunicações sem fio?

Não utilizar fios para realizar a comunicação.

2. Quais são as faixas de frequência abertas utilizadas para transmissão de dados por RF? Como são chamadas essas faixas de frequência?

São as faixas de 902 MHz a 928 MHz, faixa de 2,4 GHz a 2,5 GHz e faixa de 5,725 GHz a 5,875 GHz. São chamadas de faixas ISM (do inglês Industrial, Scientific and Medical)

3. Quais são as principais características das comunicações por RF? Fale resumidamente sobre cada uma delas.

Para transmitir dados por RF é necessário ter um dispositivo que consiga gerar ondas de rádio, chamado de transmissor, e outro que saiba como receber tais ondas, chamado receptor. Esses dispositivos contêm uma antena, que é o responsável por converter os dados em sinais de rádio. Quando um dispositivo pode tanto enviar quanto receber dados, ele é chamado de transceptor (ou, em inglês, transceiver). Também é necessário utilizar a mesma frequência, a potência adequada e a taxa de transmissão.

4. Na transmissão sem fio, por que é importante configurar corretamente o transmissor e receptor antes de realizar a transmissão? O que deve ser configurado?

Porque é necessário que tanto o transmissor quanto o receptor estejam “falando a mesma língua”. Deve ser configurada a frequência, potência e taxa de transmissão.

## Referências

---

RAPPAPORT, Theodore S. **Comunicações sem fio**: princípios e práticas. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2000.