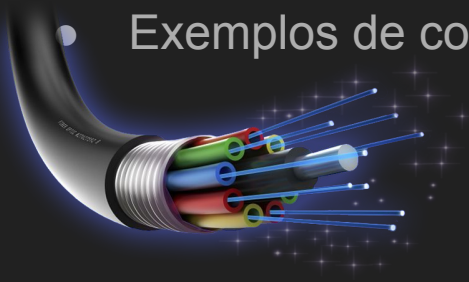


# Introdução à Comunicação de Dados

Sinal analógico e digital

# O que é um sinal?

- Representação específica da informação no momento da transmissão.
- Qualquer voltagem, corrente ou onda eletromagnética variável no tempo que transporta informações.
- Os sinais são passados entre dispositivos para enviar e receber informações.
- Ondas que se propagam através de algum meio físico
  - Exs: par de fios telefônicos, fibra óptica, cabo coaxial, o ar, o vácuo, etc.
- Exemplos de como os sinais podem viajar:



Cabo de fibra óptica envia sinais como pulsos de luz



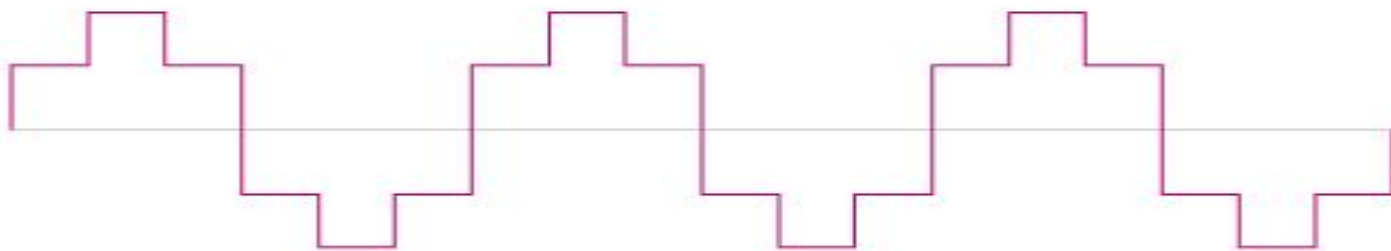
Rádios recebem sinais através de ondas de rádio



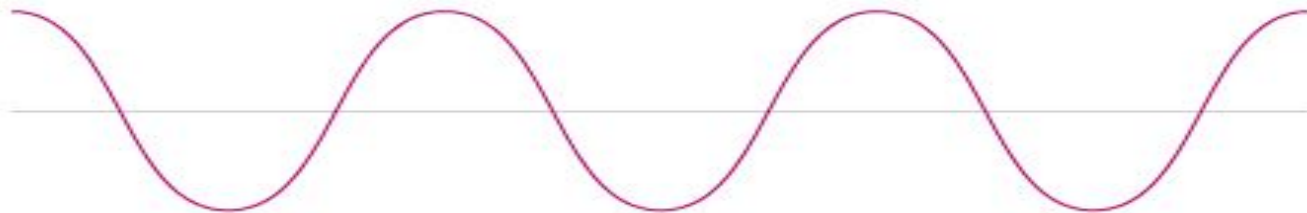
Telefones enviam e recebem sinais de tensão

# Dois tipos de sinais

sinal digital

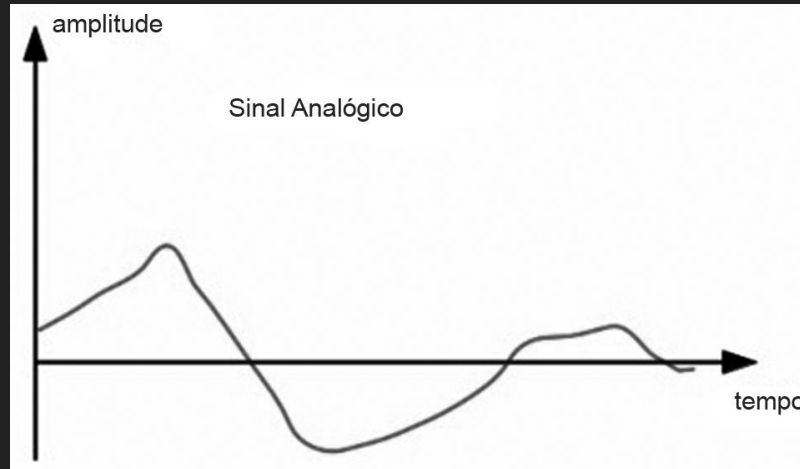


sinal analógico



# O que é um sinal analógico?

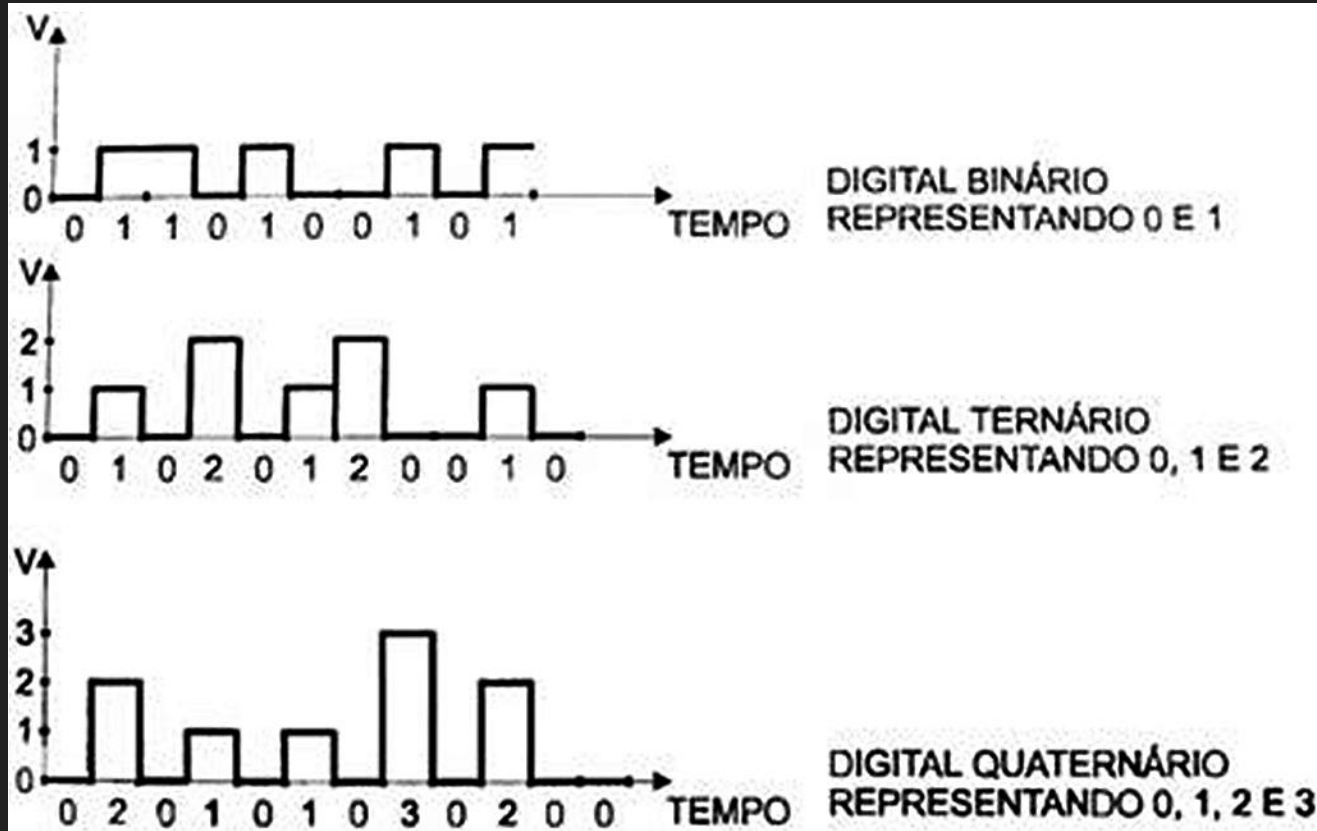
- Um sinal na forma analógica é apresentado na Figura abaixo, onde podemos observar que a variação do sinal ao longo do tempo é contínua.
- Em outras palavras, a amplitude, ou intensidade do sinal, varia continuamente com o passar do tempo.
- No mundo da matemática, é classificada como uma função contínua.



# O que é um sinal digital?

- Já um sinal na forma digital apresenta descontinuidades ou variações abruptas de amplitude, ou intensidade, com o passar do tempo.
- Os sinais digitais mais conhecidos são os binários, aqueles que possuem somente duas possibilidades de amplitude, por exemplo, assumem os valores 0 (zero) ou 1 (um), configurando um sinal semelhante a uma sequência de pulsos.
- No mundo da matemática seria classificada como uma função discreta (aquela que possui descontinuidades ao longo do tempo).

# O que é um sinal digital?



# Exemplos de dispositivos analógicos



# Exemplos de dispositivos digitais





# Introdução à Comunicação de Dados

Fundamentos da Radiofrequência

# Ondas

- Redes sem fio não poderiam existir se não fossem as ondas de radiofrequência.
- São elas que transportam as informações transmitidas pela rede.
- As ondas que enviam essas informações não precisam de um meio físico para se propagar e são invisíveis.
- Elas são campos eletromagnéticos que transmitem energia.
- Assim como os cabos elétricos transmitem energia elétrica, as fibras ópticas transmitem energia luminosa, as ondas transmitem energia magnética.

# Ondas

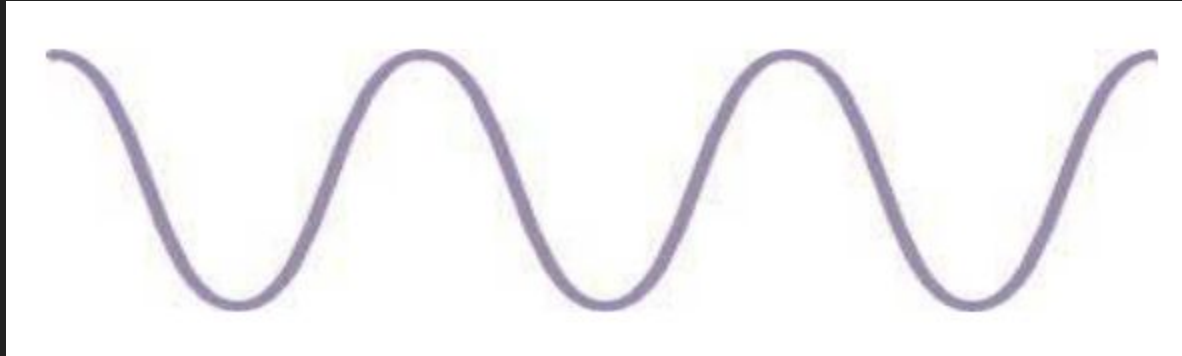
- De acordo com o Dicionário da Língua Portuguesa (Porto Editora):
- “Onda é a perturbação contínua ou transitória, que se propaga com transporte de energia através de um meio, quer em virtude das propriedades elásticas desse meio material, quer em virtude das propriedades elétricas ou magnéticas do espaço (onda eletromagnética)”.

# Ondas

- Existem dois tipos de ondas: as mecânicas e as eletromagnéticas (que são as ondas usadas em redes sem fio).
- As **ondas mecânicas** precisam de um meio material para se propagar, portanto não se propagam no vácuo. Esse meio pode ser sólido, líquido ou gasoso. O som é o exemplo mais clássico de ondas mecânicas.

# Ondas

- As **ondas eletromagnéticas** podem se propagar tanto em meios materiais quanto no vácuo. As ondas eletromagnéticas apresentam a forma que obedece a função do seno ou cosseno, por isso chamado de onda senoidal:

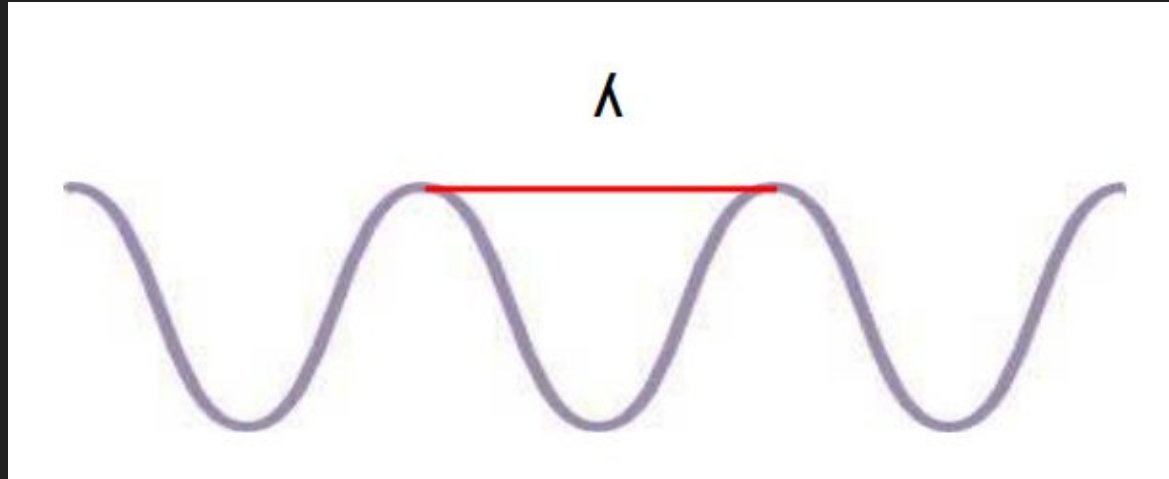


# Ondas

- Vamos agora a algumas definições importantes:
- Frequência: é a quantidade de vezes que uma onda oscila em um determinado período de tempo.
- Este período de tempo normalmente é 1 segundo. O que faz com que a relação quantidade de vezes por segundo seja medido em Hertz (Hz).
- Portanto, se uma onda oscila 45 vezes em 1 segundo, sua frequência será de 45Hz. Da mesma forma, se ela oscila 2000 vezes em um segundo, sua frequência será de 2000Hz, ou 2KHz (KiloHertz).

# Ondas

- Comprimento de onda: é a distância entre dois pontos iguais da mesma onda e é representado pela letra grega  $\lambda$  (lambda).
- Ondas mais longas tendem a viajar mais longe que as mais curtas. Ondas mais longas também ultrapassam melhor os obstáculos.



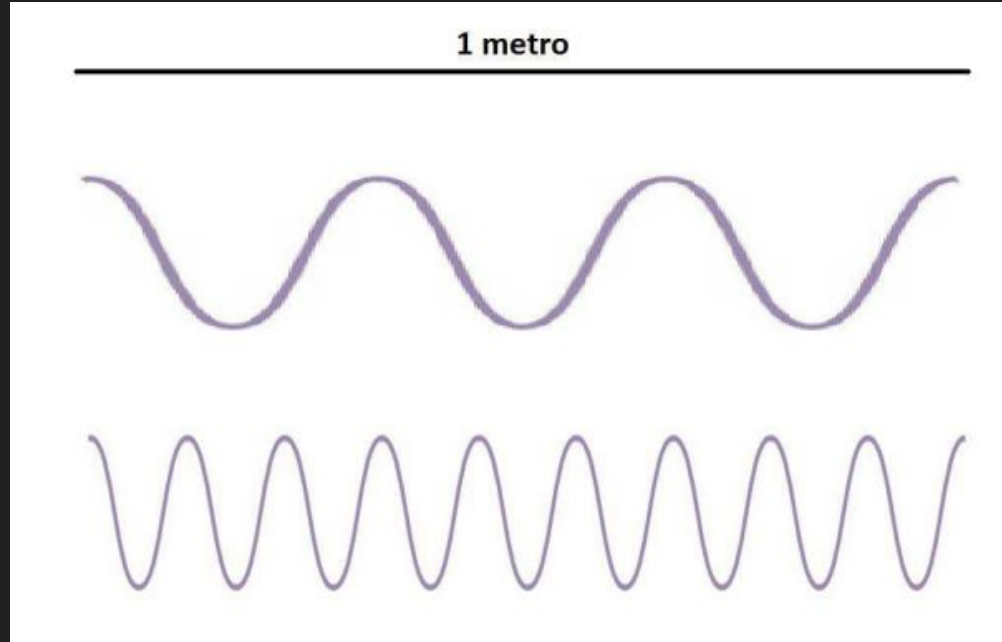
# Ondas

- Cada vez que uma onda oscila ela carrega uma determinada quantidade de energia, que no caso das redes de dados essa energia é a informação.
- O que quer dizer que, quanto mais vezes a onda oscilar, mais informação ela pode carregar.
- Assim sendo, quanto maior a frequência da onda, mais vezes ela oscila em 1 segundo, portanto mais informação ela pode carregar em um mesmo segundo. Consequentemente essa onda vai ter um comprimento menor.



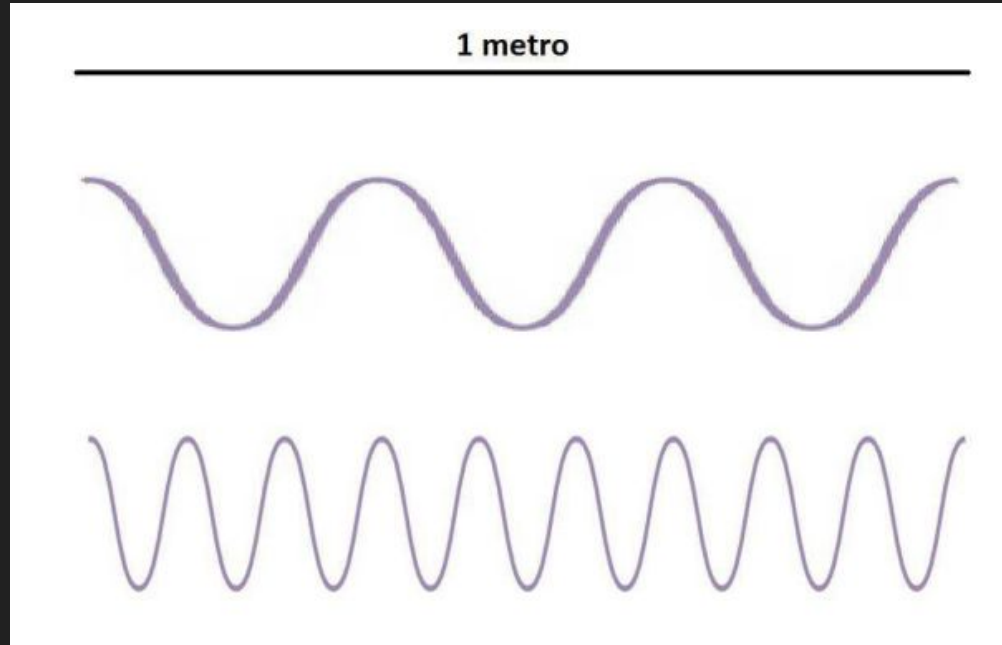
# Ondas

- Compare: as duas ondas acima percorrem 1 metro em 1 segundo.
- A primeira oscila 3 vezes em um segundo, portanto é uma onda de 3Hz.



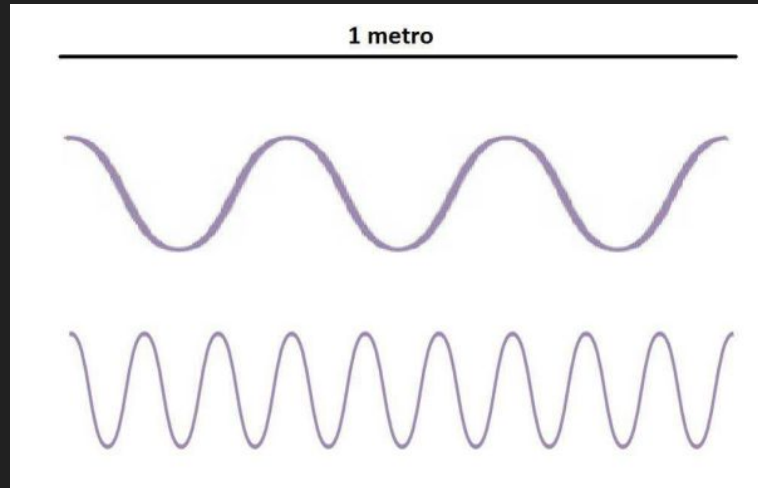
# Ondas

- A segunda oscila 9 vezes em 1 segundo, onda de 9Hz.



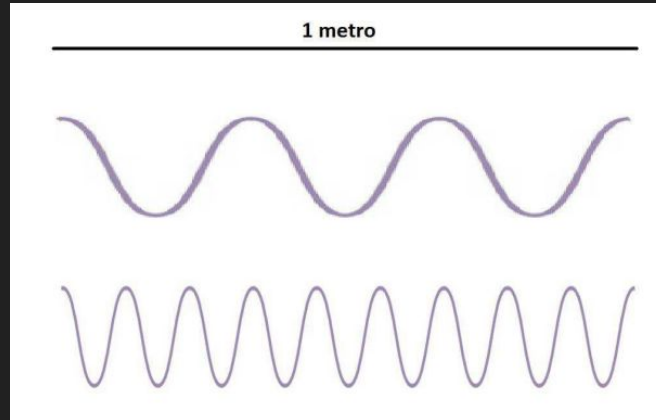
# Ondas

- Sabendo que quanto mais a onda oscila, mais informação ela carrega, podemos dizer que a segunda onda, que possui uma frequência maior, leva mais informação que a primeira em um mesmo segundo.



# Ondas

- Repare também que a onda que possui a frequência maior (a segunda) possui um comprimento de onda menor que a primeira. Isso também implica dizer que, apesar de não carregar tanta informação, a primeira onda chegará mais longe que a segunda, já que ondas mais longas viajam mais longe que as mais curtas.



# Espectro Eletromagnético

- Espectro eletromagnético é o intervalo de todas as frequências de ondas eletromagnéticas existentes.
- O espectro eletromagnético é, geralmente, apresentado em ordem crescente de frequências, começando pelas ondas de rádio, passando pela radiação visível até a radiação gama, de maior frequência.
- O espectro eletromagnético é o conjunto de todas as frequências de ondas eletromagnéticas existentes.

# ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

TIPOS DE  
RADIÇÃO

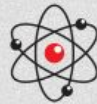
rádio    micro-ondas    infravermelho    visível    ultravioleta    raios x    raios gama



COMPRIMENTO  
DE ONDA

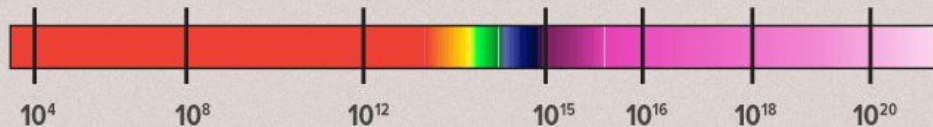
$10^3$  m     $10^{-2}$  m     $10^{-5}$  m     $0.5 \times 10^{-6}$  m     $10^{-8}$  m     $10^{-10}$  m     $10^{-12}$  m

ESCALA  
APROXIMADA  
DO COMPRIMENTO  
DE ONDA



edifícios    humanos    abelhas    ponta da agulha    protozoários    moléculas    átomos    núcleo atômico

FREQUÊNCIA (Hz)



$10^4$

$10^8$

$10^{12}$

$10^{15}$

$10^{16}$

$10^{18}$

$10^{20}$

# Comportamento das Ondas

- As ondas de radiofrequência podem apresentar diversos comportamentos de acordo com o ambiente e os elementos presentes nele.
- Uma onda possui sua potência, mas esta pode ser amplificada com a ajuda de dispositivos amplificadores, de forma que ela possa chegar mais longe.
- A esse comportamento damos o nome de ganho.

# Comportamento das Ondas

- Da mesma forma que a onda pode ser amplificada, também pode ser diminuída, ou atenuada.
- A atenuação é a perda de transmissão, ou a redução do sinal. Normalmente procuramos evitar ao máximo a atenuação para que não haja problemas na transmissão dos dados, como erros ou percas.



# Comportamento das Ondas

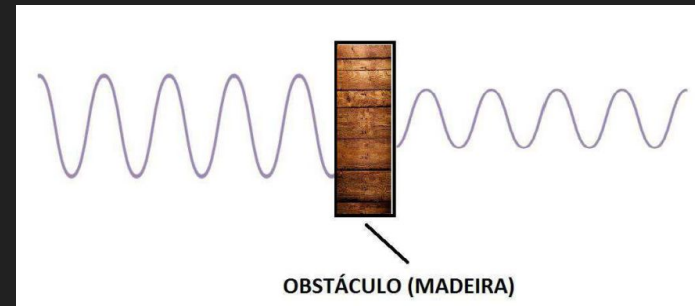
- Vejamos a seguir, os principais comportamentos das ondas de radiofrequência de acordo com o ambiente em que se propagam:

# Comportamento das Ondas

- **Absorção:** ao passar por dentro de um obstáculo, a onda será absorvida pelo mesmo.
- Dependendo do material de que o obstáculo é constituído, a onda pode ser absorvida totalmente, parcialmente ou até mesmo não ser absorvida.
- A absorção parcial da onda provoca a redução da amplitude da onda, ou seja, a altura da onda em relação ao seu ponto neutro.
- Quando a amplitude diminui, perdemos também parte da potência da onda.

# Comportamento das Ondas

- Quando a onda é totalmente absorvida ela deixa de existir.
- Materiais como a água conseguem absorver totalmente uma onda.
- Outros materiais vão absorvê-las dependendo da quantidade de água presente neles.
- Seres humanos tem boa parte de seus corpos compostos de água, sendo assim uma grande fonte de absorção.
- Materiais como vidros transparentes não absorvem essas ondas.



# Comportamento das Ondas

- Reflexão: você já deve ter notado que a luz reflete em superfícies como espelhos, metais e paredes claras. A luz é uma onda eletromagnética, porém é visível aos nossos olhos. As ondas de radiofrequência, invisíveis, também refletem nessas superfícies.
- Essa reflexão pode fazer com que a onda mude sua trajetória e acabe não chegando ao destino.

# Comportamento das Ondas

- A reflexão é um comportamento que pode causar percas, mas se for bem utilizada pode gerar ganhos.
- Imagine a situação em que temos que comunicar dois edifícios através de antenas, porém um terceiro edifício localiza-se bem no meio do caminho entre os dois primeiros.
- É possível usar um equipamento refletor que, bem posicionado, pode levar o sinal de uma antena a outra, desviando o terceiro edifício.
- Basta calcular o ângulo da reflexão, que, a título de curiosidade é o mesmo ângulo em que a onda atinge a superfície.

# Comportamento das Ondas

- Difração: a difração é a capacidade que as ondas têm de contornar os obstáculos e/ou passar por fendas e aberturas presentes nos mesmos.
- É necessário que o comprimento da onda seja maior que o obstáculo a ser ultrapassado.
- A difração faz com que a onda perca um pouco de sua potência inicial, porém ela é importante para que ondas que percorrem muitas distâncias cheguem ao seu destino.
- É o que acontece com as ondas das antenas de TV.