

# Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores  
Prof. Macêdo Firmino

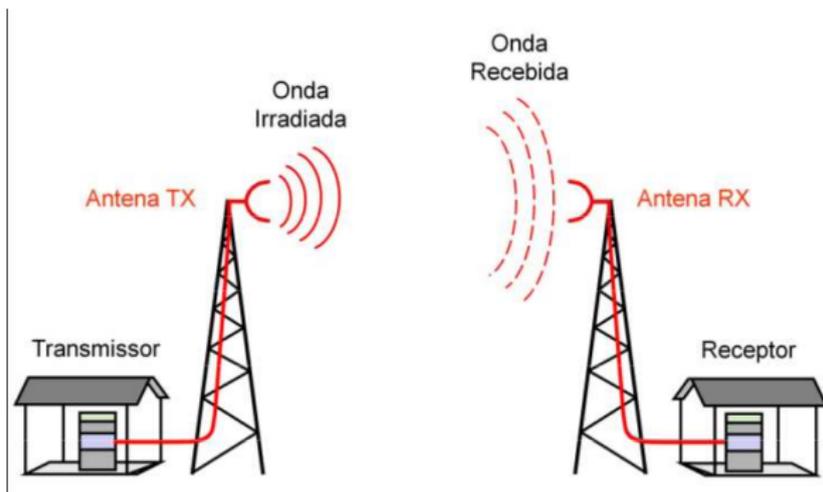
**Aula 05**  
Fundamentos de Antenas

“Deploramos com facilidade os defeitos alheios, mas raramente nos servimos deles para corrigir os nossos.” (La Rochefoucauld)

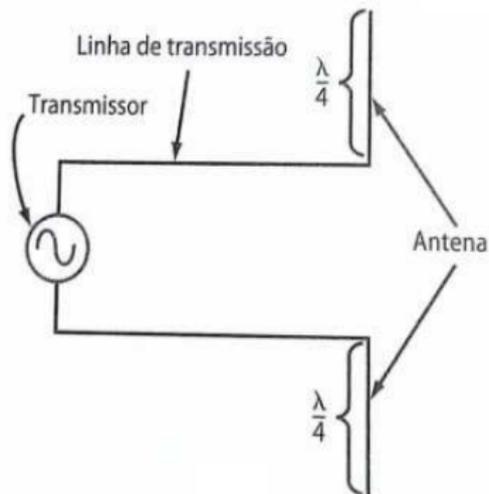
# O que Aprenderemos?

- O que é e para que servem as antenas.
- Como as antenas funcionam.
- O que são ondas estacionárias;
- O que são antenas isotrópicas.
- Quais são as principais características das antena.

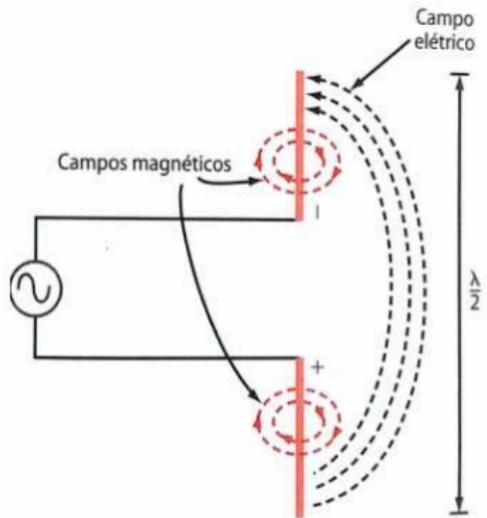
Antena é um elemento empregado para a irradiação (criação) ou a recepção das ondas eletromagnéticas.



Se utilizarmos um fio condutor qualquer teremos uma antena, entretanto, a irradiação é ineficiente. Entretanto, foi percebido que a eficiência é melhorada, se fizer uma dobra nos condutores de modo que formem um ângulo reto com a linha de transmissão. Desta forma, os campos magnéticos criado vão se somando. A irradiação ideal acontece quando o segmento dobrado tiver um comprimento de um quarto de onda na frequência de operação.

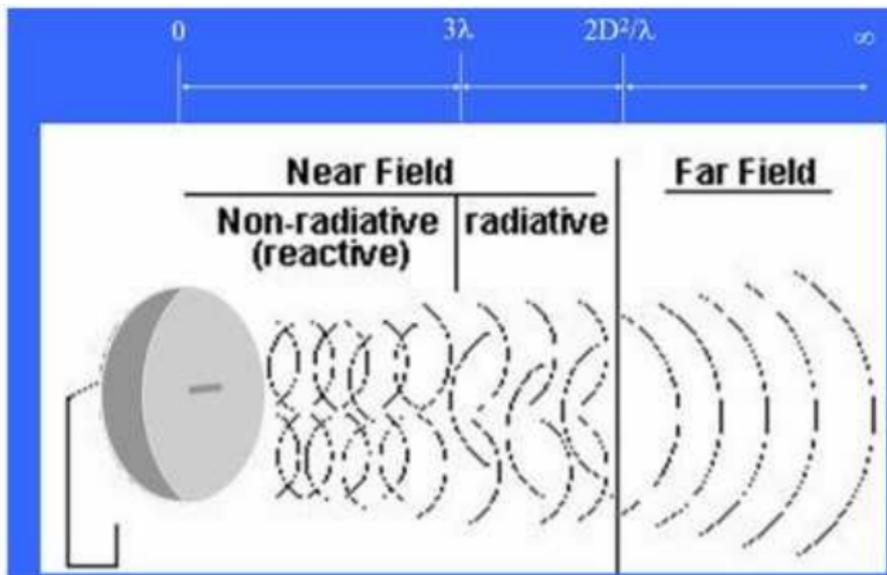


A tensão variável aplicada a antena cria um campo elétrico variável, que cria um campo magnético variável. Como o campo magnético varia no tempo, cria-se um novo campo elétrico. Os campos elétrico e magnético interagem um com o outro e um mantém o outro a medida que se propaga através do espaço (criando a onda eletromagnética).



As antenas produzem dois conjuntos de campos:

- Campo Próximo: região em torno da antena onde os campos magnéticos e elétrico ainda não estão em equilíbrio, sem características imensuráveis e ainda não ortogonais. Distância de até 10 comprimentos de onda. Aplicação em sistemas RFID;
- Campo Distante: região mais distante da antena, onde se determina as propriedades de radiação da antena. Nesta região, campo elétrico e magnético, são ortogonais. Aproximadamente 10 comprimentos de onda da antena. Aplicação: a maioria das aplicações wireless.



Ondas Estacionárias (ROE): são as ondas refletidas pela antena, ou seja, aquelas que quando se transmite vão até a antena e retornam para o rádio. Esta potência desperdiçada podendo inclusive queimar o rádio. O ajuste, normalmente, é usando transformadores, ou diminuindo-se o comprimento do cabo ou usando um equipamento que ajuste a impedância (resistência).

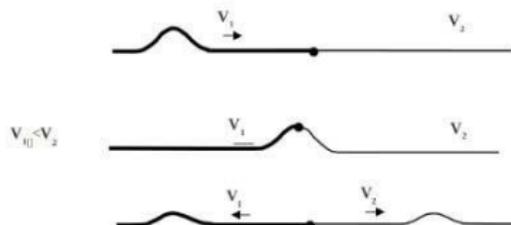
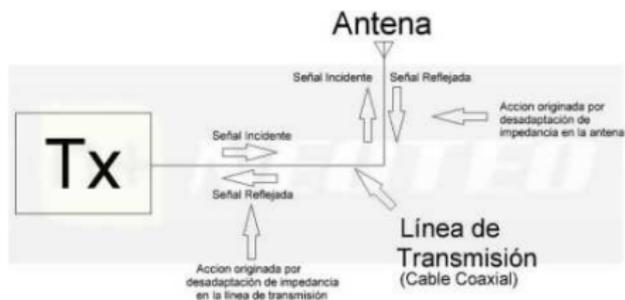
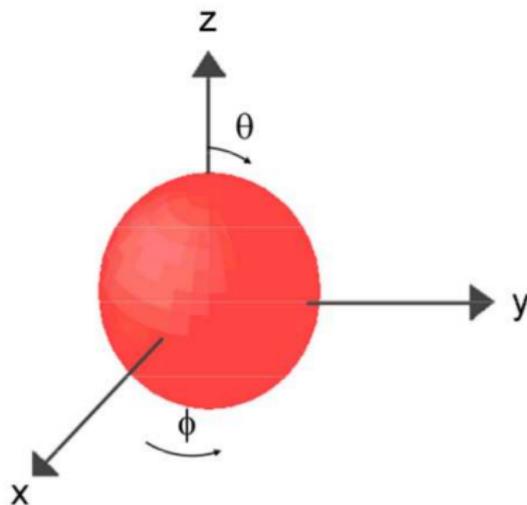


Figura 27: Reflexão em uma corda

# Antena Isotrópica

É uma antena capaz de irradiar igualmente em todas as direções, formando assim, uma esfera com centro na antena isotrópica. Esta antena não pode ser construída na prática, pois trata-se de uma abstração, muito útil para a análise do comportamento de outras antenas.



# Característica

Na sequência será apresentado as principais característica inerentes a todas as antenas, são elas:

- Teorema da Reciprocidade;
- Diagramas de Irradiação;
- Largura de Feixe;
- Diretividade;
- Eficiência;
- Ganho;
- Sensibilidade;
- Polarização.

# Teorema da Reciprocidade

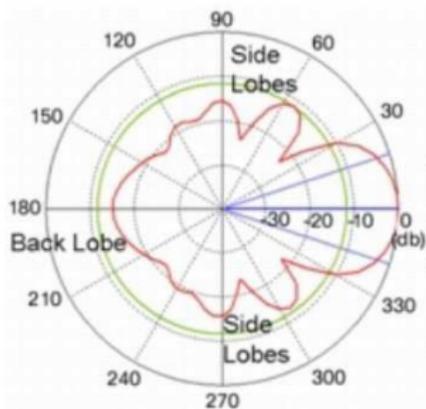
As características e o desempenho de uma antena se comportam igualmente tanto na transmissão quanto na recepção. Uma antena pode transmitir e receber ao mesmo tempo.

# Diagramas de Irradiação

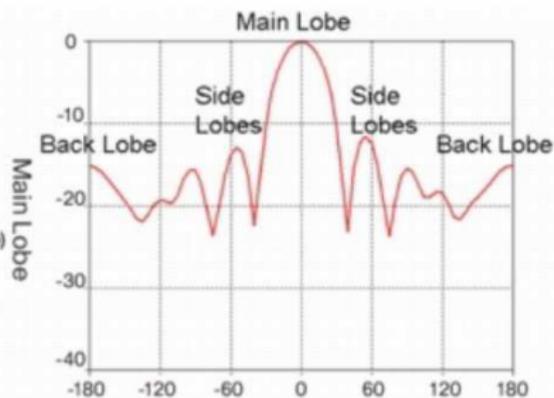
São gráficos onde são marcados pontos correspondentes as intensidades de irradiação nas diferentes direções de propagação. Trata-se de uma maneira de visualizar e medir a densidade de potência irradiada pela antenas nas diversas direções existentes. São utilizados dois diagramas de irradiação: um no plano horizontal e outro no plano vertical.

# Diagramas de Irradiação

Os diagramas podem utilizar as coordenadas polares (Azimute - plano horizontal e Elevação - plano vertical) ou por coordenadas cartesianas.



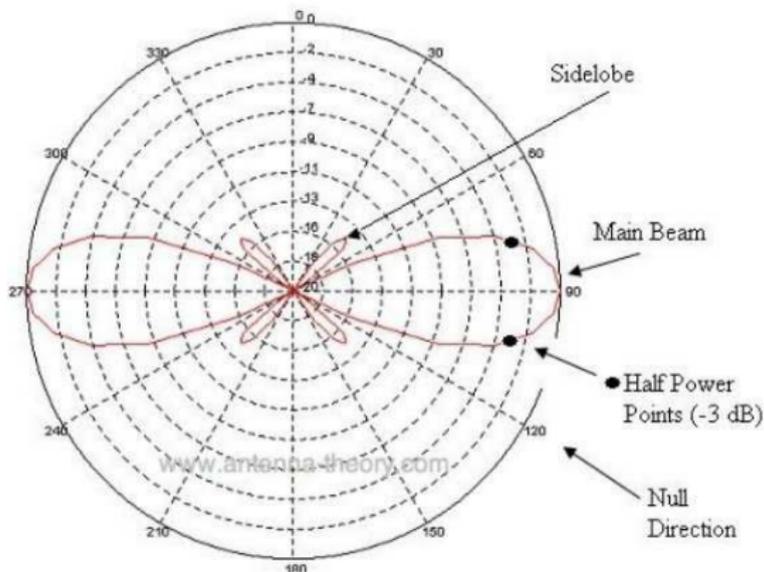
(a) Pattern in Polar Coordinates



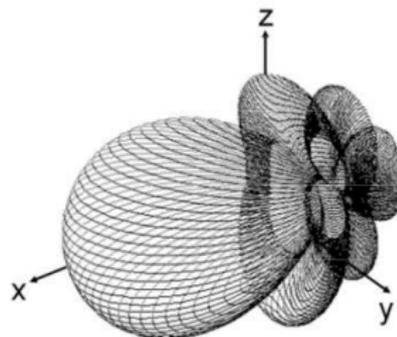
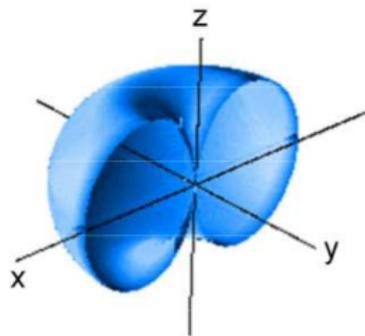
(b) Pattern in Cartesian Coordinates

A energia de irradiação é concentrada em duas regiões:

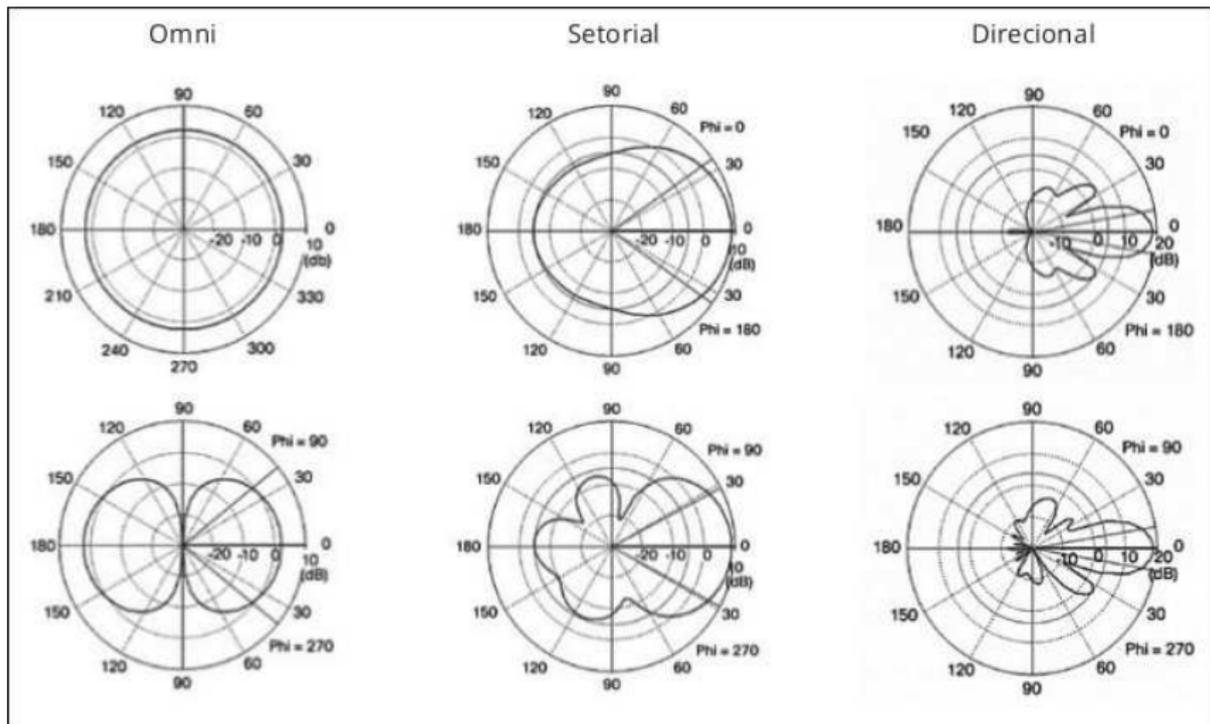
- Lóbulo principal (Main Beam): região em torno da região de radiação máxima.
- Lóbulo secundário (Side Lobe): regiões menores geralmente em direções indesejadas que não podem ser completamente eliminado.



# Diagramas de Irradiação

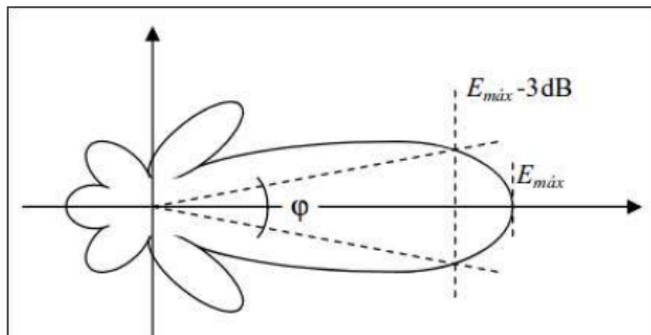


# Diagramas de Irradiação



## Largura de Feixe

É a região no diagrama onde a potência irradiada equivale a 3 dB (50%) da potência máxima. O ângulo correspondente é chamado de ângulo de abertura ou de meia potência. Quanto mais estreito é a largura de feixe, mais direcional é a antena.



## Diretividade

É a relação entre o campo irradiado pela antena na direção de máxima irradiação e o campo que seria gerado por uma antena isotrópica que recebesse a mesma potência. Ela define sua capacidade de concentrar a energia irradiada numa determinada direção.

$$D = 10 \log \frac{P_{MAX}}{P_{ISO}}$$

onde:  $P_{MAX}$  e  $P_{ISO}$  representam máxima potência irradiada da antena de interesse e potência irradiada pela antena isotrópica, respectivamente.

## Eficiência

A eficiência ( $\eta$ ) é a relação entre a potência irradiada ( $P_i$ ) e a potência total ( $P_t$ ) entregue à antena. Uma antena de baixa eficiência tem a maior parte da potência absorvida como perdas dentro da antena, ou refletida devido à diferença de impedância.

$$\eta = \frac{P_i}{P_t}$$

Ela indica quanto uma antena converte a radiação eletromagnética incidente no sinal elétrico correspondente. Para antenas parabólicas, a eficiência varia de 45% a 75%.

# Ganho

O ganho de uma antena é o que ela poderá direcionar da energia eletromagnética em relação a antena isotrópica. Ela é medida em dBi, expressar o ganho de uma antena em relação a antena de referência isotrópica.

$$G = \frac{\text{Densidade de potência da antena}}{\text{Densidade de potência de uma antena isotrópica}}$$

ou

$$G = D * \eta$$

onde:  $D$  e  $\eta$  são diretividade e eficiência, respectivamente.

# Ganho

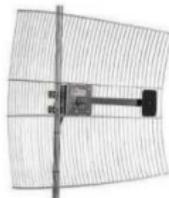
Uma antena não adiciona energia ao sistema, mas pode concentrá-la em uma dada direção (a chamada direção de maior ganho), o que implicará na redução da energia transmitida em outras direções. Por exemplo, uma antena com ganho igual a 12 dBi propagará, na sua direção de maior ganho, potência 16 vezes superior à que irradiaria se fosse uma antena isotrópica.

# Antenas no IEEE 802.11 (Wi-Fi)

Nas redes Wi-Fi podemos utilizar as antenas:

- Antenas omnidirecionais (até 18 dBi). Elas apresentam grande alcance horizontal, mas menor abertura vertical.
- As antenas setoriais são muito úteis para a cobertura de ambientes internos. Elas tipicamente apresentam aberturas variando entre 60 e 180 graus e ganhos entre 8 e 12 dBi.
- Para o estabelecimento de enlaces ponto-a-ponto de longa distância, geralmente as antenas escolhidas são as direcionais do tipo parabólica vazada, com ganhos típicos entre 19 e 24 dBi ou parabólicas sólidas, que podem alcançar ganhos superiores a 30 dBi.

# Ganho no Wi-Fi

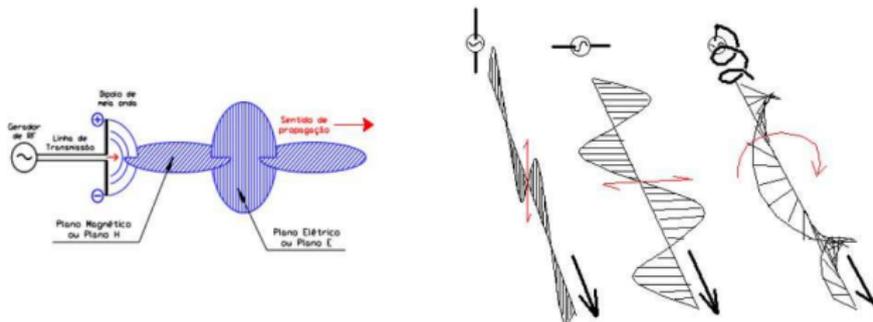


# Sensibilidade

Sensibilidade é um parâmetro do receptor que indica o nível mínimo de sinal necessário na antena para obter a comunicação de forma confiável. Ela é influenciada pela geometria da antena, tipo de modulação e taxa de transmissão. Ela é expressa em dBm. Por exemplo, a sensibilidade de uma antena 802.11n de 2,4 GHz é em média 18dBm.

# Polarização

O conceito de polarização da antena está relacionado com a direção do campo elétrico da onda que se propaga com relação a Terra. Ela pode ser horizontal, vertical ou circular. O importante em qualquer radioenlace é que as antenas de transmissão e de recepção tenham a mesma polarização.



# Dúvidas

