

# Redes Sem Fio

## Antenas

Professora: Analucia Morales

UFSC-Araranguá



# Tipos de Antenas

- Omnidirecional :  
enviam sinais em  
todas as direções.  
Com base no  
comprimento de  
onda, na potência  
e na finalidade da  
transmissão.
- Unidirecional:  
enviam sinais em  
uma única direção  
Exemplos: antena  
parabólica e o  
captador  
direcional, antenas  
Yagi.



# Antenas

- As dimensões de uma antena dependem diretamente do comprimento da onda utilizada

$$\text{Velocidade} = \text{Frequência} * \text{Comprimento de Onda}$$

- Comprimento de onda é a razão entre a velocidade de propagação da onda no espaço e sua frequência

$$\begin{aligned}\text{comprimento de onda } \lambda &= c / f \\ &= 3 * 10^8 / 2,4 * 10^9 \\ &= 1,25 * 10^{-1} \text{ m} \\ &= 12,5 \text{ cm}\end{aligned}$$



# Antenas

- Isto significa que a construção de antenas para 2,4GHz é relativa à 12,5cm
  - **Isto serve para qualquer comunicação que utilize 2,4GHz**



# *Comportamento das ondas de rádio*

- Há uma série de regras básicas e simples que têm se provado extremamente úteis no planejamento inicial de uma rede sem fio:
  - Quanto maior o comprimento de onda, maior é o alcance;
  - Quanto maior o comprimento de onda, maior a facilidade com que ela atravessa e contorna as coisas;
  - Quanto menor o comprimento de onda, mais dados ela pode transportar;



# Ondas mais longas viajam mais longe

**Assumindo níveis iguais de potência, ondas com comprimentos de onda maiores tendem a viajar mais longe do que ondas com comprimentos de ondas menores.**

- Este efeito é frequentemente observado em rádio FM, quando comparada a distância atingida por um transmissor nas frequências de 88 MHz até 108 MHz.
- Transmissores de frequência mais baixa tendem a cobrir distâncias muito maiores que os transmissores de frequência mais alta, com a mesma potência.



# Ondas maiores passam ao redor de obstáculos

- Uma onda na água que tenha a largura de cinco metros não será impedida por um pedaço de madeira de cinco milímetros na superfície do lago. Por outro lado, se o pedaço de madeira tiver 50 metros, ou for um navio, ele certamente se interporia no caminho da onda.
- A distância que uma onda pode viajar depende da relação entre o comprimento de onda e o tamanho dos obstáculos no caminho de sua propagação.



# Ondas maiores passam ao redor de obstáculos

**É mais difícil visualizar ondas movendo-se "através" de objetos sólidos, mas isto é o que acontece com ondas eletromagnéticas.**

- Ondas com maiores comprimentos de onda (e consequentemente, menor frequência) tendem a penetrar objetos com mais facilidade que ondas com menor comprimento de onda (e, assim, maior frequência).
- Por exemplo, transmissões de FM (entre 88 e 108 MHz) podem atravessar prédios e outros obstáculos facilmente, enquanto ondas mais curtas (como telefones GSM operando na frequência de 900 MHz ou 1800 MHz) têm dificuldade de penetrar prédios.
- Este efeito é parcialmente devido à diferença de potência utilizada para rádios FM e GSM, mas também é devido ao menor comprimento de onda dos sinais GSM.





# Ondas mais curtas carregam mais dados

- Quanto mais rápido uma onda "balança", ou "bate", maior é a quantidade de informação que pode carregar - cada batida, ou ciclo, pode ser usado, por exemplo, para transportar um bit digital ('0' ou '1') ou um 'sim' ou 'não'. Há ainda outro princípio que pode ser aplicado a todos os tipos de ondas e que é extremamente útil no entendimento da propagação das ondas de rádio.
- Este princípio é conhecido como o ***Princípio de Huygens, que recebeu este*** nome por causa de Christiaan Huygens, um matemático, físico e astrônomo holandês que viveu entre 1629 e 1695.



# ***Princípio de Huygens***

- Imagine que você pega uma pequena vareta e a mergulha verticalmente na superfície calma da água de um lago, fazendo com que a mesma balance e dance. As ondas vão deixar o centro da vareta - no local onde você a mergulha - em círculos.
- Agora, seja onde for que a água oscile e dance, as partículas vizinhas farão o mesmo: a partir de cada ponto de perturbação, uma nova onda circular terá início. Isto é, de uma forma simplificada, o princípio Huygens.



# ***Princípio de Huygens***

- Este princípio mantém-se verdadeiro para ondas de rádio, da mesma forma que para ondas na água, assim como para o som e a luz - só que, no caso da luz, o comprimento de onda é curto demais para que seres humanos possam observar diretamente este efeito.
- Este princípio nos ajudará a entender a difração, as zonas Fresnel, a necessidade de se ter uma linha visual de contato e o fato de que, algumas vezes, parece que conseguimos a capacidade de ultrapassar cantos, sem a necessidade desta linha visual.
- Vamos agora observar o que acontece com as ondas eletromagnéticas na medida em que elas viajam



# Princípio de Huygens

- Todo ponto ao ser atingido por uma frente de onda, torna-se uma fonte tal que a nova frente de onda é obtida através da tangência das diversas frentes de onda formadas por esses novos irradiadores.

Huygens num instante posterior  $t$ :

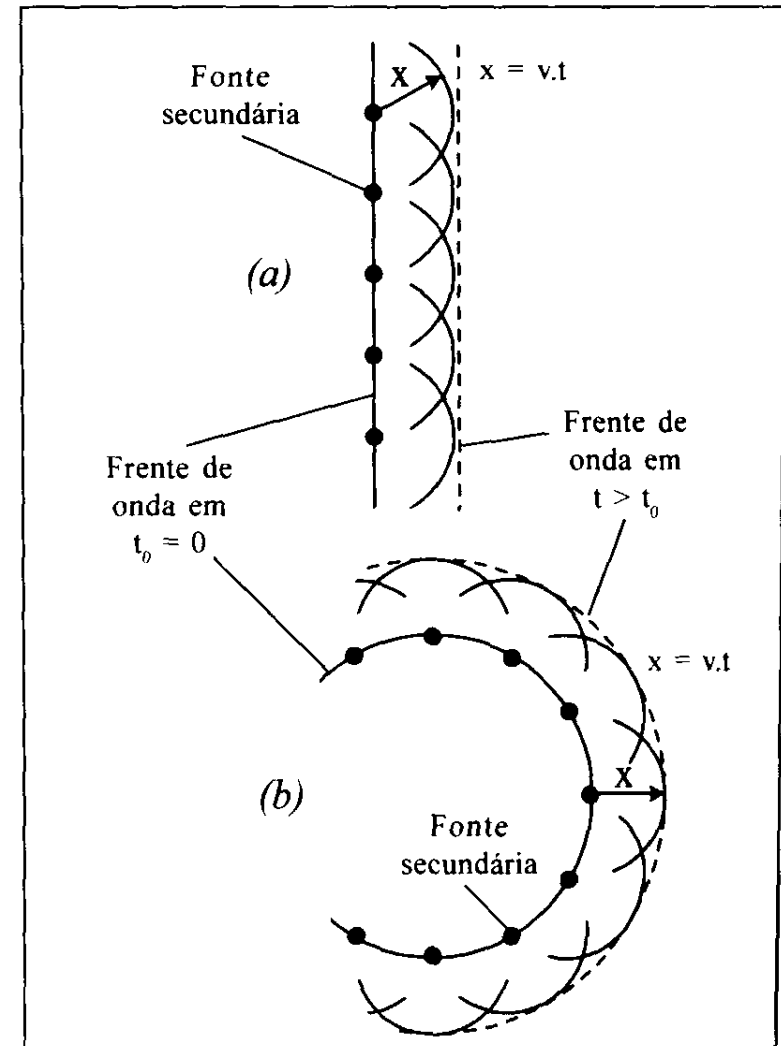


Fig.06 - Princípio de Huygens.



# Absorção

- Quando ondas eletromagnéticas penetram alguma coisa, elas geralmente enfraquecem ou deixam de existir.
- O quanto elas perdem de potência irá depender de sua frequência e, claro, do material que penetram. Janelas de vidro são, obviamente, transparentes para a luz, enquanto o vidro usado em óculos de sol filtram um bom bocado da intensidade da luz e também da radiação ultravioleta.



# Absorção

- Frequentemente, o coeficiente de absorção é usado para descrever o impacto do material na radiação.
- Para microondas, os dois principais materiais absorventes são:
  - **Metal.** Elétrons podem mover-se livremente em metais, sendo prontamente capazes de oscilar e absorver a energia de uma onda que passe por eles.
  - **Água.** Microondas fazem com que as moléculas de água agitem-se, tomando parte da energia da onda.



# Absorção

- Em termos práticos de redes sem fio, podemos considerar metais e água como absorventes perfeitos: as ondas de rádio não serão capazes de atravessá-los (ainda que camadas finas de água permitam que alguma energia passe por elas).
- Eles são, para as microondas, a mesma coisa que um muro é para a luz. Quando falamos de água, devemos lembrar que ela existe em diversas formas:
  - *Chuva, vapor, neblina, nuvens baixas, entre outras, estarão no caminho das conexões de rádio. Elas têm forte influência e, em várias circunstâncias, podem causar a perda de conexões.*



# Absorção

- Há outros materiais que têm um efeito mais complexo na absorção de ondas de rádio. Para árvores e madeira, a capacidade de absorção irá depender do quanto de água elas contêm:
  - ***Madeiras velhas, mortas e secas são relativamente transparentes, uma madeira jovem e úmida será bastante absorvente.***
- Plásticos e similares não costumam ser absorventes, mas isto irá depender da frequência e do tipo de material.
- Antes de construir algum componente com plástico (por exemplo, alguma cobertura de proteção para um equipamento de rádio e suas antenas), é conveniente medir e verificar se o material não absorve energia na frequência de 2,4 GHz.





# Absorção

- Finalmente, falemos sobre nós: **humanos** (assim como qualquer outro animal) são especialmente compostos de água. Para redes de rádio, **podemos ser considerados grandes barris de água com grande capacidade de absorção.**
- Orientar os pontos de acesso sem fio de um escritório de maneira que o sinal tenha que atravessar muitas pessoas é um grande erro.
- Isto também deve ser levado em conta na instalação de redes comunitárias em cafeterias, bibliotecas e outras redes externas.



# Reflexão

- Da mesma forma que a luz visível, as radiofrequências são refletidas quando entram em contato com materiais apropriados para isto: para ondas de rádio, as principais fontes de material refletor são metais e superfícies de água.
- As regras de reflexão são bastante simples: o ângulo em que uma onda atinge a superfície é o mesmo ângulo em que ela é refletida.

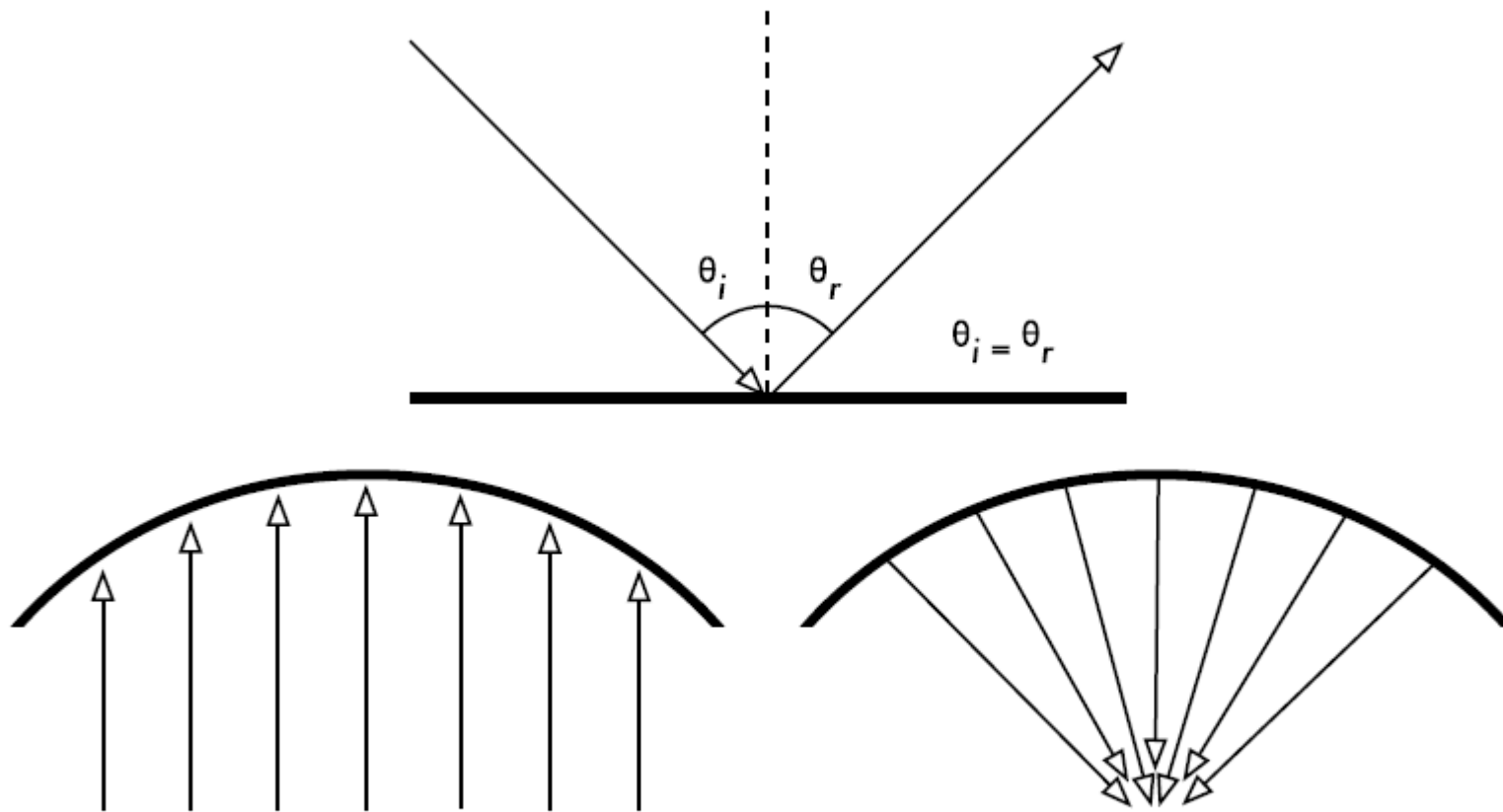


# Reflexão

- Do ponto de vista de uma onda de rádio, uma densa grade de barras funciona da mesma forma que uma superfície densa, desde que a distância entre as barras da grade seja pequena, comparada com o comprimento de onda.
- Assim, em uma frequência de 2,4 GHz, uma grade de metal com um centímetro de espaçamento entre as barras funcionará da mesma forma que um prato metálico sólido.



# Reflexão



*Figura 2.5: Reflexão de ondas de rádio. O ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão. Uma antena parabólica usa este efeito para concentrar as ondas de rádio que chocam-se em sua superfície em uma direção comum.*



# Reflexão

- Imagine o interior de um escritório com múltiplas e pequenas peças de metais das mais variadas formas e tamanhos. **O que isto representa?**
- O mesmo se aplica a situações urbanas: observe o ambiente de uma cidade e procure destacar seus componentes metálicos.
  - Isto explica o porque de ***efeitos multicaminhos*** (*isto é, o sinal chegando até o seu alvo através de caminhos diferentes e, conseqüentemente, em tempos diferentes*) terem um papel tão importante em redes sem fio.
  - Superfícies aquáticas, com ondas e oscilações mudando-as a todo o tempo, compõem superfícies refletivas que são, praticamente, impossíveis de se calcular com precisão.



# Difração

- A difração é a aparente dobra das ondas quando atingem um objeto.
- É o efeito das "ondas que dobram esquinas".  
Imagine uma onda na água que viaja diretamente para a frente, de forma similar às ondas que vemos quebrarem-se em uma praia.
- Agora, coloquemos uma barreira sólida, como uma cerca de madeira, de forma a bloquear esta onda.

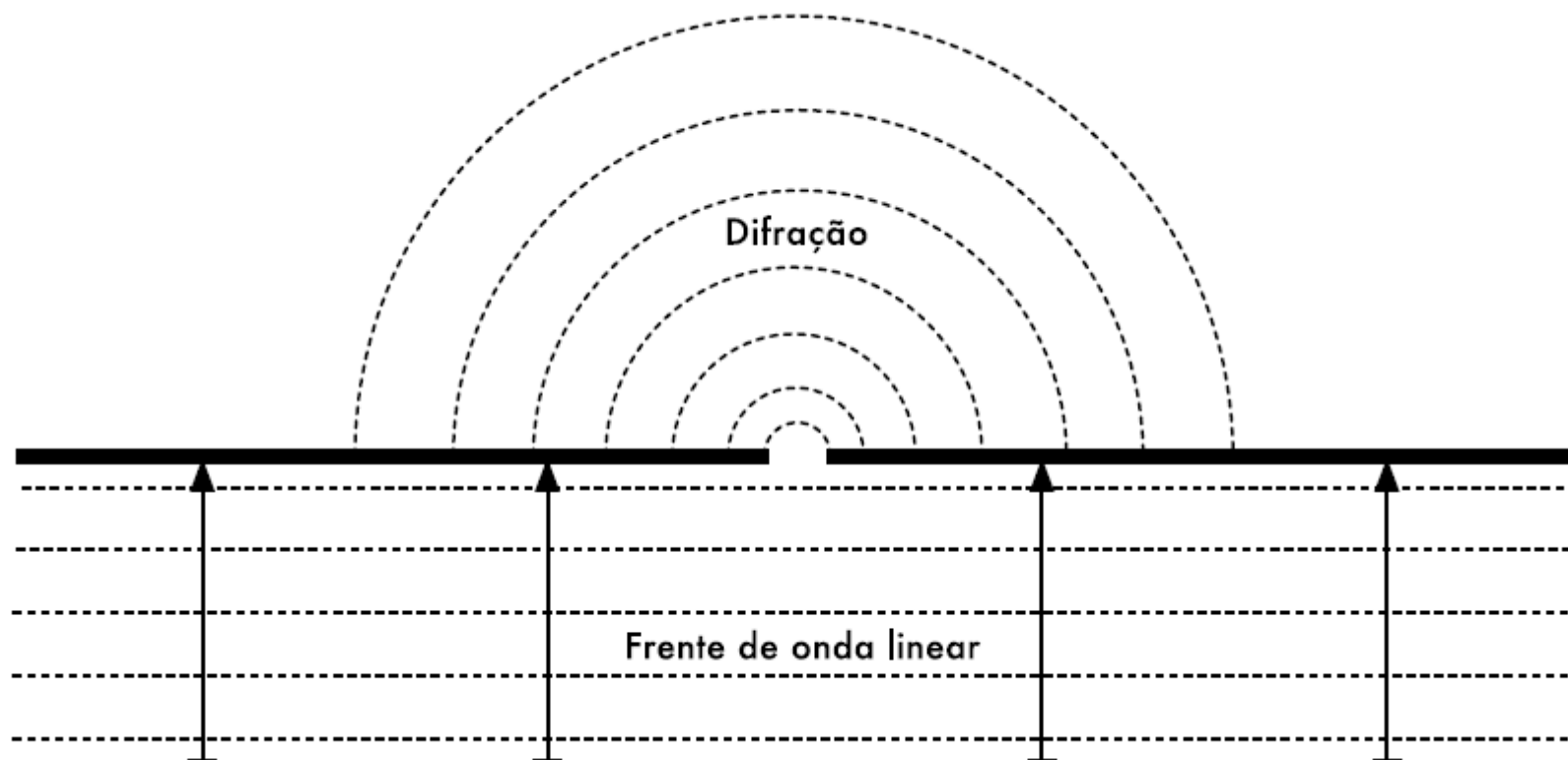


# Difração

- Cortamos, nesta barreira, uma passagem, como se fosse uma pequena porta.
- A partir desta passagem, uma onda circular terá início e atingirá, obviamente, pontos que não estão localizados em uma linha direta a partir dela. Se você olhar para esta frente de onda - que poderia ser uma onda eletromagnética - como um raio (uma linha reta), seria difícil explicar como ela atingiu pontos que deveriam estar protegidos pela barreira. Mas neste exemplo da frente de onda, e sua barreira na água, este fenômeno faz sentido.



# Difração



*Figura 2.6: Difração através de uma abertura estreita.*

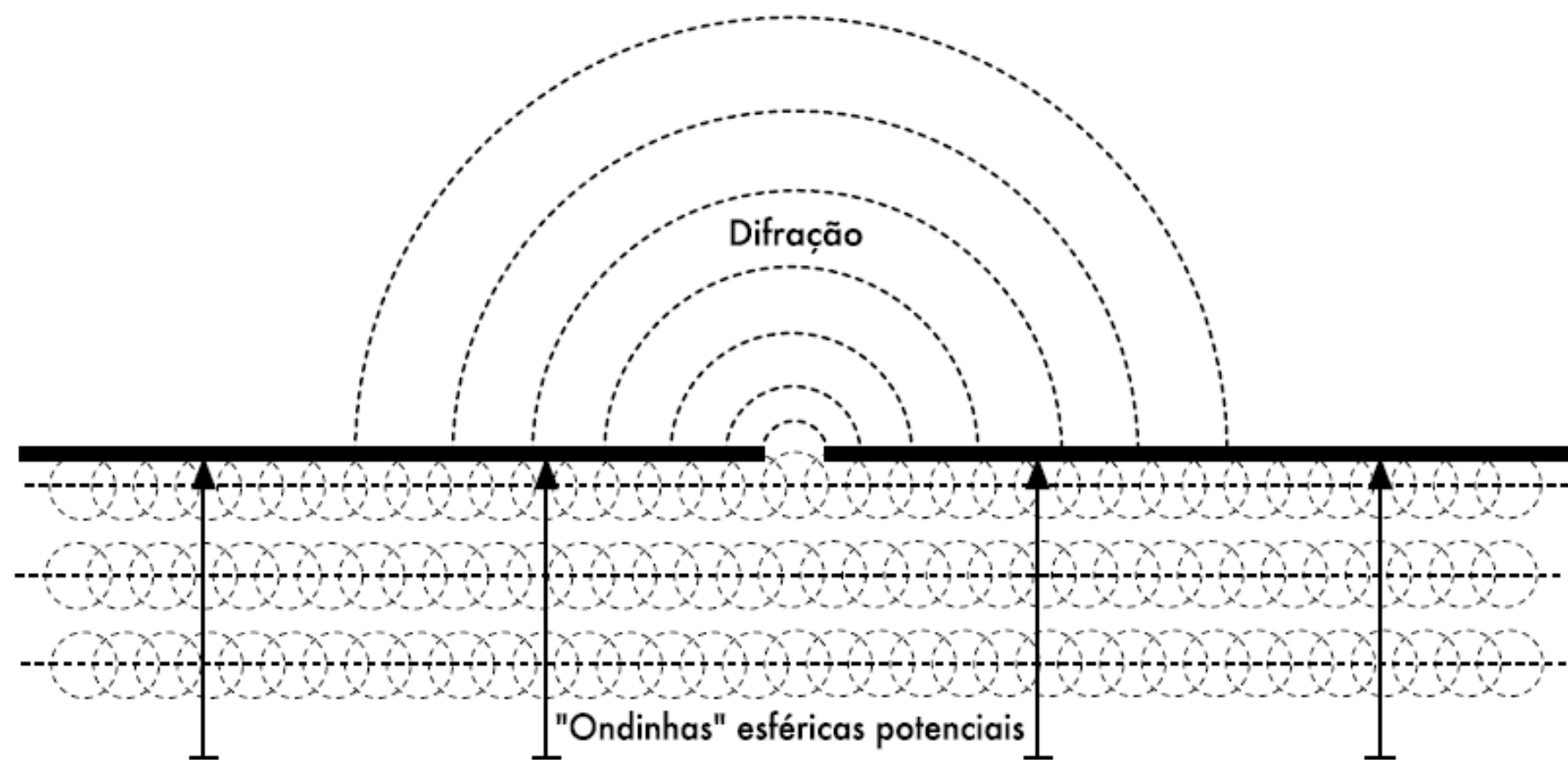




# Difração

- O princípio de Huygens fornece um modelo para a compreensão deste comportamento. Imagine que, em qualquer dado instante, cada ponto da frente de onda seja o ponto de partida para uma "ondinha" esférica.
- Para nosso propósito, o modelo de Huygens aplica-se relativamente bem ao efeito.





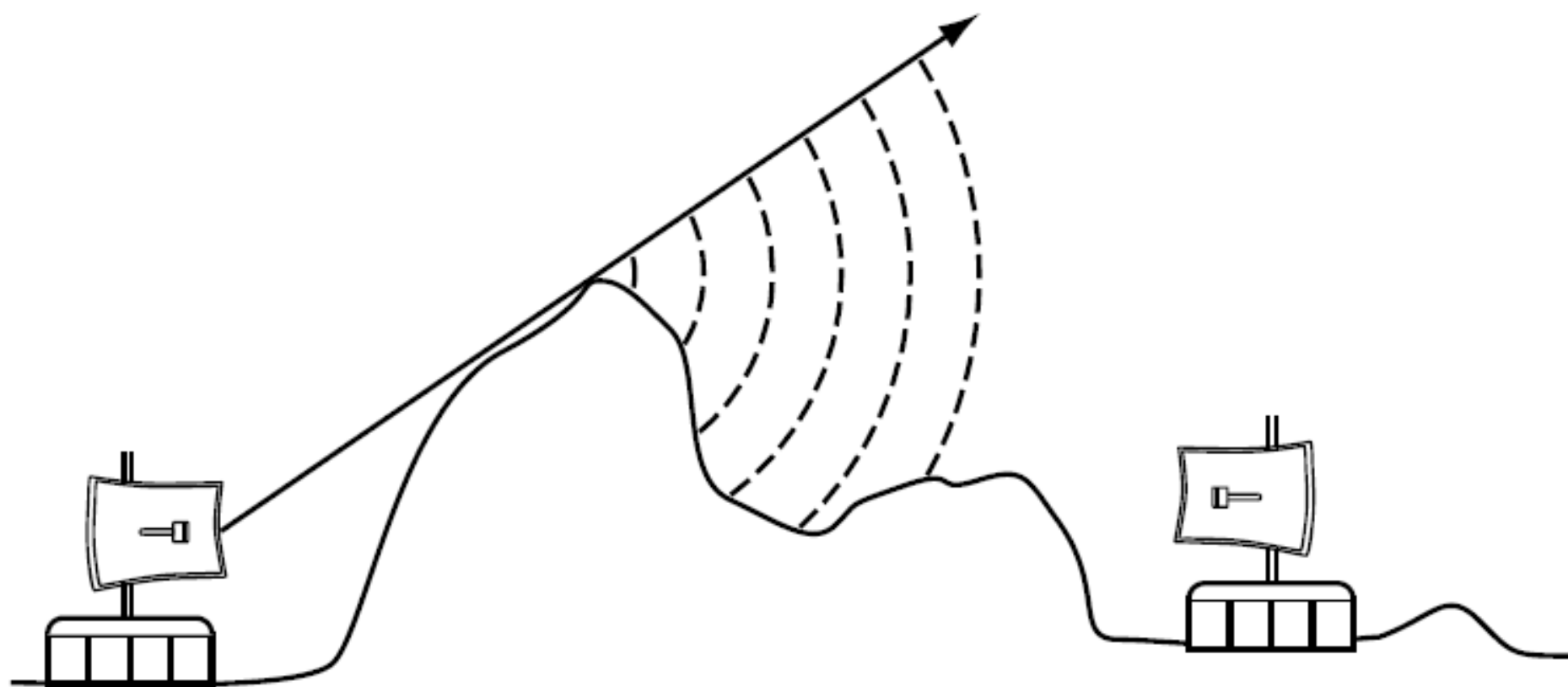
*Figura 2.7: Princípio Huygens.*



# Difração

- Por causa da difração, ondas dobram esquinas e atravessam aberturas em barreiras.
- Microondas, com o comprimento de alguns centímetros, mostram o efeito da difração quando atingem paredes, picos de montanhas e outros obstáculos, dando a impressão de que a onda muda de direção e dobra em cantos e esquinas.





*Figura 2.8: Difração sobre o topo de uma montanha.*



# Difração

- Note que a difração ocorre ao custo de perda de potência: a energia da onda difratada é significativamente menor que a da frente de onda que a originou.
- Mas em algumas situações específicas você pode tomar vantagem da difração para contornar obstáculos.



# Interferência

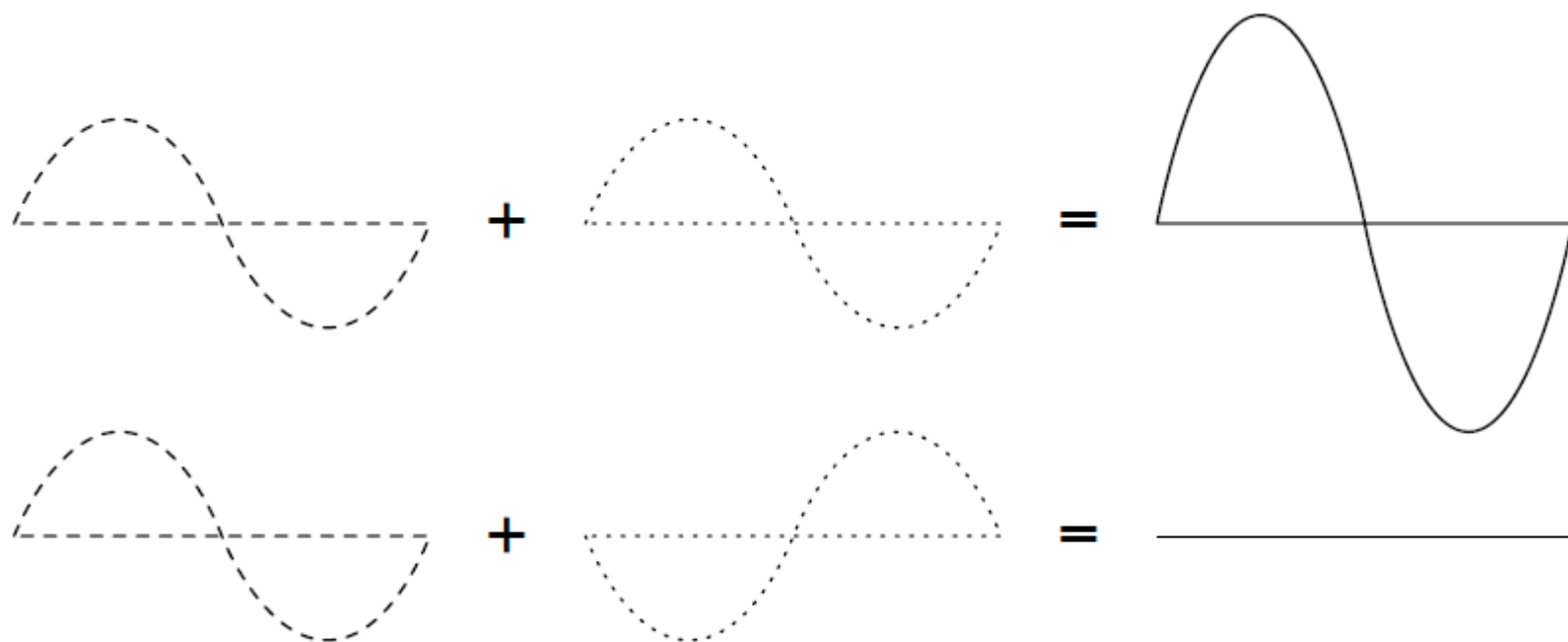
- Quando trabalhamos com ondas, um mais um não é necessariamente igual a dois. O resultado pode até ser nulo. Isto é fácil de entender quando você desenha duas ondas senoidais e soma as amplitudes.
- Quando os picos acontecem simultaneamente, você tem o resultado máximo ( $1 + 1 = 2$ ). Isto é chamado de ***interferência construtiva***.



# Interferência

- Quando um pico acontece em conjunto com um vale, você tem a completa aniquilação ( $1 + (-1) = 0$ ), ou a ***interferência destrutiva***.
- Você pode tentar isto na prática na superfície da água, usando duas varetas para criar ondas circulares - você verá que onde as ondas se encontram existirá áreas de picos maiores, enquanto outras ficarão praticamente calmas.
- Para que trens de ondas possam ser combinados, cancelando perfeitamente um ao outro, eles necessitam ter exatamente o **mesmo comprimento de onda** e uma relação **fixa de fase**, ou seja, posições fixas entre os picos de uma onda e a outra.





*Figura 2.9: Interferência construtiva e destrutiva.*





# Interferência

- Em tecnologia wireless, a palavra interferência é, tipicamente, usada em um sentido mais amplo e diz respeito à perturbações causadas através de outras fontes de radiofrequência, como canais vizinhos, por exemplo.
- Assim, quando técnicos de redes falam sobre interferência, eles podem estar referindo-se a todo o tipo de perturbação causado por outras redes e outras fontes de microondas.
- **A interferência é uma das principais fontes de problemas na construção de conexões sem fio, especialmente em ambientes urbanos e espaços fechados (como uma sala de conferências) onde muitas redes podem competir pelo uso do espectro.**



# Interferência

- Em qualquer lugar em que ondas de amplitudes iguais e fases opostas cruzem seus caminhos, a onda é aniquilada e nenhum sinal poderá ser recebido.
- O caso mais comum é o de ondas que combinam-se em uma forma de onda completamente embaralhada que não poderá ser efetivamente usada para a comunicação.
- As técnicas de modulação e o uso de múltiplos canais ajudam a lidar com problemas de interferência, mas não os eliminam completamente.

