

# Multipath and Diversity

## Contents

[Introduction](#)

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Conventions](#)

[Multipath](#)

[Diversidade](#)

[Casos Práticos](#)

[Summary](#)

[Informações Relacionadas](#)

## Introduction

Este documento descreve:

- Distorção multipath
- Como a distorção multipath prejudica o desempenho de uma rede sem fio
- Diversidade
- Como a diversidade ajuda a melhorar o desempenho em um ambiente de vários caminhos

## Prerequisites

### Requirements

Não existem requisitos específicos para este documento.

### Componentes Utilizados

As informações neste documento são baseadas nestas versões de software e hardware:

- Equipamentos Cisco Aironet e LAN sem fio Airespace
- Sistemas operacionais Cisco IOS<sup>®</sup>, VxWorks e SOS (Cisco Aironet 340 Series e anterior)

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

### Conventions

Consulte as [Convenções de Dicas Técnicas da Cisco para obter mais informações sobre convenções de documentos.](#)

## Multipath

Para entender a diversidade, é preciso entender a distorção multipath.

Quando um sinal de radiofrequência (RF) é transmitido para o receptor, o comportamento geral do sinal de RF é se expandir mais conforme é mais transmitido. No caminho, o sinal de RF encontra objetos que refletem, refratam, difratam ou interferem com o sinal. Quando um sinal de RF é refletido em um objeto, diversas ondas são criadas. Como resultado dessas novas ondas duplicadas, há diversas ondas que chegam ao receptor.

A propagação multipath acontece quando os sinais de RF tomam diferentes caminhos da origem ao destino. Uma parte do sinal vai para o destino enquanto outra parte reflete em uma obstrução e então segue para o destino. Como resultado, parte do sinal encontra um atraso e viaja por um caminho mais longo até o destino.

O multipath pode ser definido como a combinação de um sinal original mais as ondas duplicadas que resultam do reflexo das ondas nos obstáculos entre o transmissor e o receptor.

A distorção multipath é uma forma de interferência de RF que acontece quando um sinal de rádio tem mais de um caminho entre o receptor e o transmissor. Isso acontece em células com superfícies metálicas ou que refletem RF como mobília, paredes ou vidro revestido.

Ambientes de LAN (WLAN) comuns com uma alta probabilidade de interferência multipath incluem:

- Hangares de aeroporto
- Moinhos de aço
- Áreas de produção
- Centrais de distribuição
- Outros locais nos quais a antena de um dispositivo de RF é exposta a estruturas de metal, como: Paredes Tetos Racks Estantes Outros itens metálicos

Os efeitos da distorção multipath incluem:

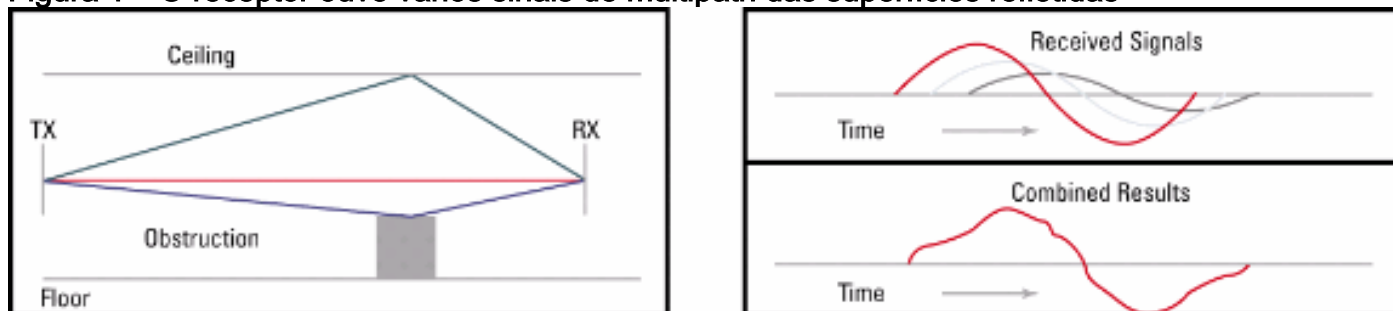
- Corrupção de dados — Acontece quando o multipath é tão grave que o receptor não consegue detectar as informações transmitidas.
- Anulação de sinal — Acontece quando as ondas refletidas chegam exatamente fora de fase com o sinal principal e cancelam totalmente o sinal principal.
- Amplitude aumentada do sinal — Acontece quando as ondas refletidas chegam na fase com o sinal principal e agregam ao sinal principal, portanto, aumentando a força do sinal.
- Amplitude reduzida do sinal — Acontece quando as ondas refletidas chegam fora de fase de alguma forma com o sinal principal, portanto, reduzindo a amplitude do sinal.

Esta seção explica como acontece a distorção multipath e como afeta a WLAN.

Uma antena de origem irradia energia de RF em mais de uma direção definitiva. A RF se move entre a antena de origem e de destino no caminho mais direto e reflete em superfícies que refletem RF (consulte a [Figura 1](#)). As ondas de RF refletidas causam estas condições:

1. As ondas de RF refletidas viajam para mais longe e chegam depois da a onda de RF direta.
2. O sinal refletido perde mais energia de RF do que o sinal de rota direta, devido à rota de transmissão mais longa.
3. O sinal perde energia como resultado do reflexo.
4. A onda desejada é combinada com diversas ondas refletidas no receptor.
5. Quando as diferentes formas de onda se combinam, elas causam distorção da forma de onda desejada e afetam a capacidade de decodificação do receptor. Quando os sinais refletidos são combinados no receptor, mesmo que a força do sinal esteja alta, a qualidade do sinal é ruim.
6. A onda refletida também se posiciona de forma diferente da onda não refletida.

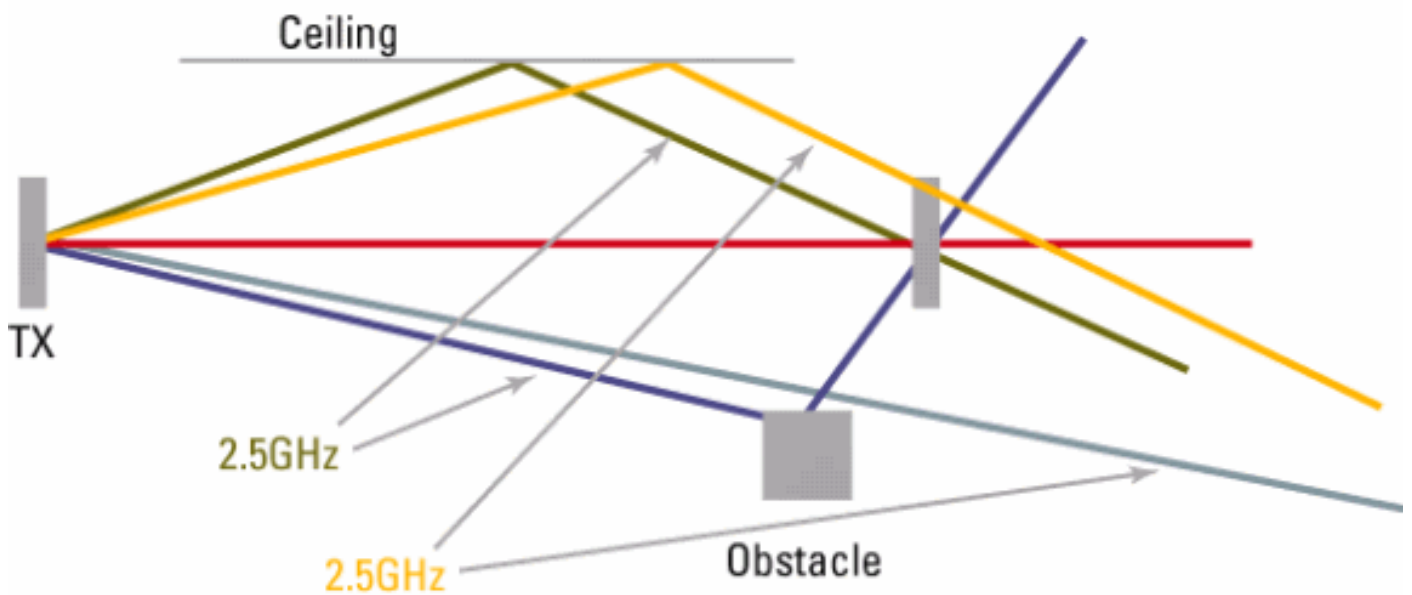
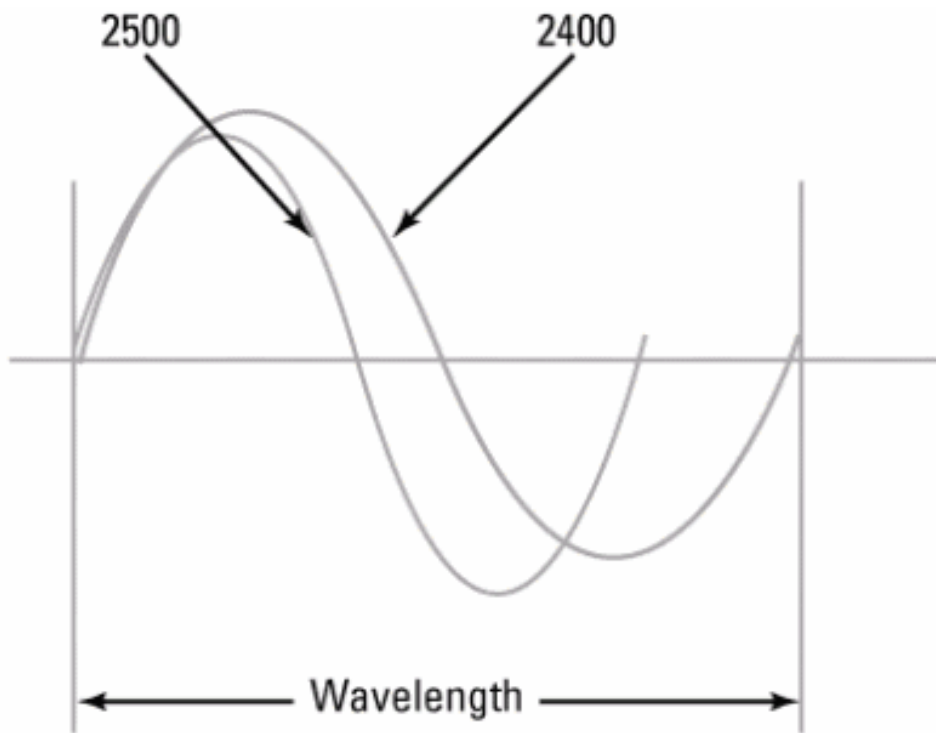
**Figura 1 – O receptor ouve vários sinais de multipath das superfícies refletidas**



O atraso de multipath faz com que os símbolos de informação representados nos sinais 802.11 se sobreponham, o que confunde o receptor. Se os atrasos forem grandes o suficiente, ocorrem erros de bit no pacote. O receptor não consegue distinguir os símbolos e interpretar os bits correspondentes corretamente. A estação de destino detecta o problema pelo processo de verificação de erro de 802.11. A verificação cíclica de redundância (CRC, a soma de verificação) não computa corretamente, o que indica que há um erro no pacote. Em resposta aos erros de bit, a estação de destino não envia um reconhecimento de 802.11 para a estação de origem. O remetente acaba retransmitindo o sinal depois que recupera o acesso ao meio. Devido às retransmissões, os usuários encontram uma produtividade inferior quando a interferência de multipath é significativa. Se o local da antena mudar, os reflexos também mudam, o que reduz a chance e os efeitos da interferência de multipath.

Em um ambiente multipath, os pontos nulos de sinal ficam localizados pela área. A distância pela qual uma onda de RF viaja, como ele se movimenta e onde acontece o multipath nulo se baseiam no comprimento de onda da frequência. Conforme a frequência muda, o mesmo acontece com o comprimento da onda. Portanto, conforme a frequência muda, isso também acontece com o multipath nulo (consulte a [Figura 2](#)). O comprimento da onda de 2,4 GHz é de aproximadamente 4,92 polegadas (12,5 cm). O comprimento da onda de 5 GHz é de aproximadamente 2,36 polegadas (6 cm).

**Figura 2 – Posição do ponto nulo de multipath com base na frequência da transmissão**



O atraso da propagação é um parâmetro usado para indicar o multipath. O atraso de propagação é definido como o atraso entre o momento da chegada do sinal principal até o momento em da chegada do último sinal refletido. O atraso do sinal refletido é medido em nanossegundos (ns). A quantidade de atraso da propagação varia em ambientes internos de residências, de escritórios ou de produção.

Atraso de propagação	Nanossegundos
Residências	< 50 ns
Escritórios	~100 ns
Chãos de fábrica	~200 a 300 ns

Um sinal multipath pode ter uma força de sinal RF alta e mesmo assim ter um nível ruim de qualidade do sinal.

**Observação:** a baixa intensidade do sinal de RF não indica comunicação ruim. A qualidade baixa do sinal, no entanto, indica comunicação ruim.

## Diversidade

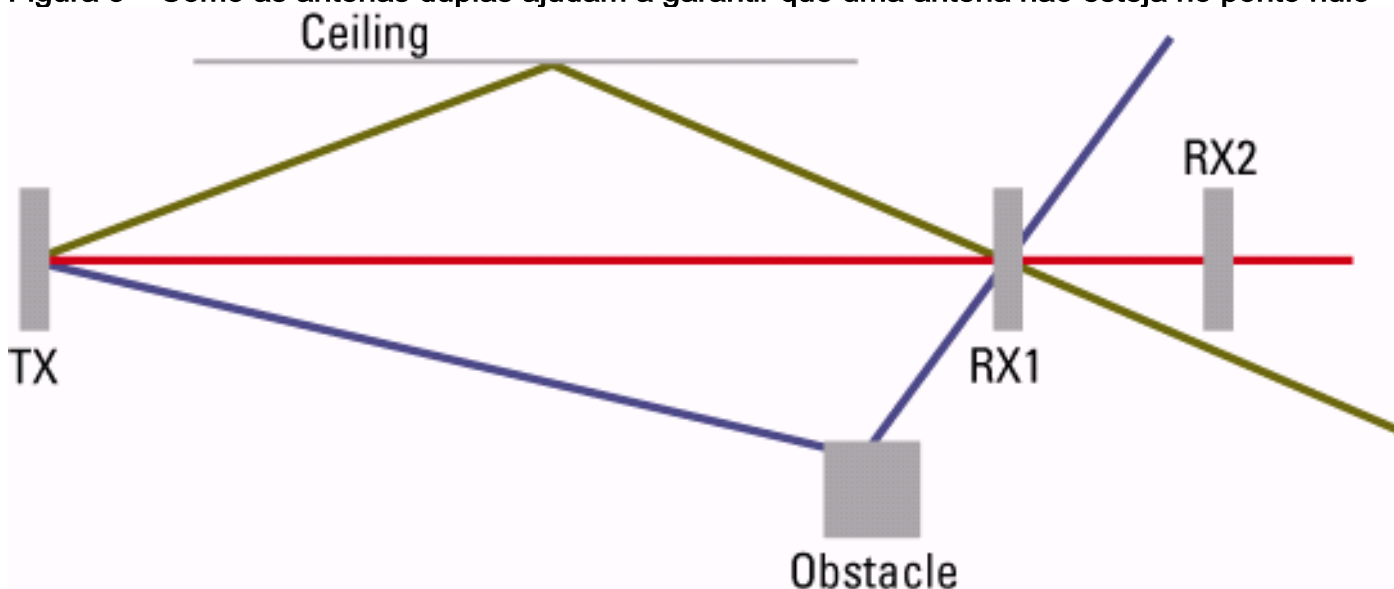
A diversidade é o uso de duas antenas para cada rádio, para aumentar a probabilidade de você receber um sinal melhor em qualquer uma das antenas. As antenas usadas para oferecer uma solução de diversidade podem estar no mesmo espaço físico ou devem ser duas antenas separadas, mas iguais, no mesmo local. A diversidade oferece alívio para uma rede sem fio em um cenário multipath. As antenas de diversidade ficam fisicamente separadas do rádio e umas das outras de forma a garantir que uma delas encontre menos efeitos de propagação de multipath do que a outra. Antenas duplas normalmente garantem que, se uma antena for uma RF nula, então a outra não será, o que oferece um melhor desempenho em ambientes multipath (consulte a [Figura 3](#)). É possível mover a antena para retirá-la do ponto nulo e oferecer uma forma de receber o sinal corretamente.

A Cisco Systems possibilita a diversidade de antenas por padrão nos produtos de access point Aironet. O access point obtém amostras do sinal de rádio de duas portas de antena integradas e escolhe uma antena preferencial. Essa diversidade cria robustez onde há distorção de multipath.

Antenas de diversidade não são projetadas para ampliar o alcance de cobertura de uma célula de rádio, mas para aprimorar a cobertura de uma célula. A cobertura aprimorada é um esforço para superar problemas que surgem da distorção de multipath e de áreas de sinal nulo. As tentativas de usar as duas antenas em um access point para cobrir duas células de rádio diferentes pode resultar em problemas de conectividade.

Um cuidado com a diversidade: ela não foi projetada para usar duas antenas cobrindo duas células de cobertura diferentes. O problema de usar dessa forma é que, se a antena número 1 se comunica com o dispositivo número 1 enquanto o dispositivo número 2 (que é a célula da antena número 2) tenta se comunicar, a antena número 2 não está conectada (devido à posição do switch) e a comunicação falha. As antenas de diversidade devem cobrir a mesma área, estando apenas em um local ligeiramente diferente.

**Figura 3 – Como as antenas duplas ajudam a garantir que uma antena não esteja no ponto nulo**



Com uma solução de antena de diversidade que tem duas antenas no mesmo local físico, há dois

elementos de transmissão e recepção nesse tipo de antena. Como há dois elementos, há dois cabos de antena; ambos os cabos devem estar conectados às portas de antena do access point.

O rádio no access point não pode mover a antena fisicamente. Compare o recurso de diversidade a um switch que seleciona uma antena por vez. Não é possível ouvir ambas as antenas de forma simultânea, já que isso cria uma condição multipath já que o sinal de rádio atinge cada antena em momentos diferentes. Como cada antena é selecionada individualmente, ambas as antenas devem ter as mesmas características de irradiação e estarem posicionadas para oferecer cobertura semelhante de célula (consulte a [Figura 4](#)). Duas antenas conectadas ao mesmo access point não devem ser usadas para cobrir duas células diferentes.

Para aumentar a cobertura, faça uma pesquisa no local para determinar a cobertura de RF das antenas. Coloque access points nas áreas apropriadas do local de instalação. A finalidade da diversidade é superar reflexos multipath. Antenas de diversidade que compartilham o mesmo local físico são colocadas a uma distância ideal uma da outra. O fabricante da antena determina a distância com base nas características da antena. Quando você usa um par de antenas com características correspondentes para oferecer diversidade de cobertura de célula em suas instalações, a diretriz é colocar essas antenas correspondentes com um distância entre elas que seja igual a um múltiplo do comprimento de onda da frequência sendo transmitida. O comprimento de onda de 2,4 GHz é de cerca de 4,92 polegadas. Portanto, para ser compatível com a diversidade em um rádio de 2,4 GHz com duas antenas, as antenas devem estar a aproximadamente 5 polegadas uma da outra. O par de antenas também pode ficar espaçado em múltiplos de 5 polegadas, mas a distância entre elas não pode superar 4 múltiplos: ondas refletidas a uma distância maior do que a esperada provavelmente ficarão tão distorcidas e diferentes em atraso de propagação que o rádio poderá não funcionar com elas.

Quando as antenas ficam separadas por mais ou menos do que o comprimento de onda de 2,4 GHz (5 polegadas), a célula de cobertura de rádio para cada antena fica diferente. Se as células de cobertura ficarem muito diferentes, o cliente ou o nó da extremidade podem experimentar perda de sinal e desempenho ruim. Um exemplo de diferentes células de cobertura seria uma antena direcional ou uma porta de antena com uma antena omnidirecional ou de ganho mais alto na outra porta.

A finalidade da diversidade é oferecer a melhor produtividade possível reduzindo o número de pacotes perdidos ou com novas tentativas.

Para obter informações sobre os diferentes tipos de antena oferecidos pela Cisco, consulte o [Guia de referência da antena Cisco Aironet](#).

**Figura 4 – Dispositivos sem fio Cisco Aironet 350 Series com duas antenas de patch de 6.0 dBi para diversidade**



## Casos Práticos

Um campo de golfe com um aplicativo de pontuação eletrônica usa um access point com uma antena externa para cobrir uma área do campo de golfe. Uma antena é usada para cobrir o lado esquerdo do campo. Como há pouco multipath, uma antena é suficiente. O campo usa uma antena Yagi direcional pela capacidade de distância e facilidade de instalação.

Quando o campo de golfe deseja adicionar cobertura ao lado direito do campo, a equipe não adiciona outro access point novo para conseguir isso. Em vez disso, ela conecta uma antena Yagi direcional a outro conector de antena e a aponta em outra direção. A equipe anda pelo campo de golfe e realiza uma pesquisa no local para testar a rede. Não há problemas de cobertura. No entanto, quando o torneio começa e mais usuários são adicionados à rede sem fio, eles começam a encontrar problemas e perda de conectividade.

Quando o cliente no lado esquerdo do campo se associa ao access point, a força do sinal fica muito baixa, já que o access point obtém o sinal do cliente na antena que aponta para a direita. Como resultado, o cliente fica fora do alcance da antena da direita e perde a conexão. No entanto, o rádio do access point detecta um problema e obtém uma amostra da porta de antena da esquerda, assumindo que encontrou um problema de multipath. A antena muda e o cliente aumenta a cobertura. Conforme o cliente segue para o outro lado, as novas tentativas começam e o rádio do access point muda novamente, usando a outra porta de antena e preservando a conectividade.

Assim, quando o access point não consegue receber o sinal do cliente, ele muda. O access point avalia e usa a melhor antena para receber os dados do cliente. O access point então usa a mesma antena quando transmite os dados de volta para o cliente. Se o cliente não responder nessa antena, o access point tenta enviar os dados para a outra antena.

Nesse cenário, a configuração inicial era de um cliente e duas células de cobertura separadas; isso funciona até que mais clientes sejam adicionados. Como o access point se comunica com os clientes no lado esquerdo do campo, ele não alterna para a porta de antena direita caso não aconteçam novas tentativas, já que não detecta erros. No entanto, isso causa dificuldades para os usuários que não estão na antena da esquerda.

**Observação:** as duas portas de antena no ponto de acesso são projetadas para diversidade espacial e o rádio verifica apenas a outra antena quando ela encontra erros.

Os clientes no lado direito do campo têm dificuldade de conexão. Somente quando um cliente com sinal fraco chega à antena da esquerda o access point reconhece o cliente e alterna para obtê-lo. Isso ativa a antena da direita, então o lado esquerdo do campo começa a receber erros até que a antena da direita ouça um cliente da esquerda e alterne novamente.

No caso desse campo de golfe, dois métodos podem solucionar o problema:

- Substituir as antenas Yagi por antenas omnidirecionais. Embora as antenas omnidirecionais tenham um ganho relativamente menor do que as antenas Yagi, o rádio do access point pode funcionar em todas as direções em vez de apenas no padrão direcional de 30 graus da antena Yagi. Como o ganho da antena omnidirecional tem apenas 1 dBi a menos que a antena Yagi, essa substituição funciona.
- Adicionar outro access point para cobrir a outra célula de rádio. Ambos os access points podem lidar com o tráfego de RF e cada access point pode usar a antena Yagi de mais ganho para cobrir a área. Isso requer que você configure cada access point para usar frequências que não se sobreponham para reduzir o congestionamento de rádio. A produtividade aumenta conforme o número de usuários por access point é reduzido.

## Summary

- A diversidade é um processo automático que não requer configuração ou intervenção do usuário.
- A diversidade é um método para superar ou minimizar a distorção de multipath.
- A distorção de multipath causa nulos e reflexos de rádio (também chamados de ecos), o que resulta em novas tentativas de dados.
- As ondas de dados se refletem em superfícies de metal, como gabinetes de arquivo, prateleiras, tetos e paredes.
- Antenas de diversidade devem ser do mesmo tipo e ganho.
- As antenas devem ser colocadas próximas o suficiente umas das outras para que a área de cobertura de RF seja praticamente idêntica. Tente não colocar duas antenas a uma distância suficiente para cobrir duas células de rádio diferentes.
- Access points Cisco Aironet usam diversidade espacial.
- As antenas devem ser implantadas perto da área de cobertura pretendida para evitar cabeamento longo.
- Você deve sempre realizar primeiro uma pesquisa no local para avaliar corretamente a área de cobertura.

## Informações Relacionadas

- [WLAN Radio Coverage Area Extension Methods](#)
- [Wireless Site Survey FAQ](#)
- [Conectividade de Troubleshooting em uma Rede Wireless LAN](#)
- [Perguntas mais Frequentes sobre o access point Cisco Aironet](#)
- [Página de Suporte Wireless](#)
- [Suporte Técnico e Documentação - Cisco Systems](#)