

2. Considerações sobre *WLAN* em ambientes fechados

Ao se planejar uma rede *WLAN* em um ambiente fechado (*indoor*), deve se levar em consideração uma série de fatores, como posicionamento dos *Access Points*, para prover a cobertura desejada, número de *Access Points*, para escoar o tráfego planejado, bem como outros parâmetros importantes para a propagação do sinal, como a diversidade de antenas, polarização do sinal e interferências.

Muitos dos fatores comentados neste capítulo, como importantes para um planejamento de uma rede *WLAN* em ambientes fechados, também se aplicam a ambientes externos, não abordados neste trabalho, pois o foco principal são os ambientes *indoor*.

2.1. Interferência

A frequência de 2,4 GHz é uma faixa liberada no Brasil e em um grande número dos países, isto é, não é necessário obter nenhum tipo de autorização junto ao órgão responsável local, o que impulsiona ainda mais a utilização de tecnologias que utilizam esta faixa, sejam as *WLANs* baseadas em 802.11, o Bluetooth (IEEE 802.15) ou outras tecnologias *wireless* menos conhecidas.

A questão que deve ser observada é que um sistema operando no local pode causar interferência em outro, a ponto de nenhum conseguir estabelecer comunicação de forma satisfatória. Neste sentido, devem ser efetuadas medidas com todos os sistemas existentes em funcionamento, para monitorar o nível de interferência que está sendo gerado. Além de equipamentos de telecomunicações existem outros equipamentos que podem causar interferências na faixa de 2,4 GHz, como os fornos de microondas. Portanto é recomendado que os *Access Points* e os pontos locais mantenham uma certa distância deste tipo de equipamento para uma melhor comunicação.

Para minimizar a interferência intra-sistêmica os dispositivos 802.11 utilizam espalhamento de espectral na transmissão de seus sinais. De acordo com o padrão 802.11, existem três tipos de técnicas utilizadas: *FHSS*, *DSSS* e *OFDM*. Todas estas técnicas têm o mesmo princípio, que se baseia em espalhar a potência do sinal em uma faixa mais larga do espectro de frequência, reduzindo a densidade de potência do mesmo em frequências específicas e, conseqüentemente, reduzindo o efeito de interferências a outros dispositivos que utilizam a mesma faixa.

A seguir são brevemente descritas estas três técnicas de acesso comentadas.

- *FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)* [3,8,13] – foi inicialmente concebido em aplicações militares para evitar que uma comunicação entre dois pontos específicos pudesse ser “interpretada” por um possível receptor do sinal. Atualmente é utilizada em aplicações comerciais com outro propósito principal: a redução de interferências.

Nesta técnica, o sinal é transmitido em uma portadora de faixa estreita, por um curto período de tempo, e após decorrido este tempo (conhecido como *dwell time*), “salta” (*hops*) para outra portadora. Este processo continua durante toda a transmissão. Os saltos entre portadoras parecem aleatórios para um receptor que não conhece a seqüência definida. Há cerca de cinquenta anos já era utilizado para impedir a interceptação comunicações militares e sinais de radar. Esta técnica não oferece mais a robustez contra interceptação que oferecia no passado, mas ainda tem grande importância para a redução de interferência.

- *DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)* [3,9,13] – esta técnica se baseia em aplicar uma modulação ao sinal de banda-estreita por um sinal banda-larga, de modo a espalhar o sinal no espectro de freqüências. Os sinais utilizados para o espalhamento são códigos ortogonais ou códigos pseudo-aleatórios, conhecidos como códigos PN (*Pseudonoise*), que contém um número finito de símbolos.

A figura a seguir ilustra a influência de sinal interferente (banda estreita) em um sinal espalhado no espectro [11].

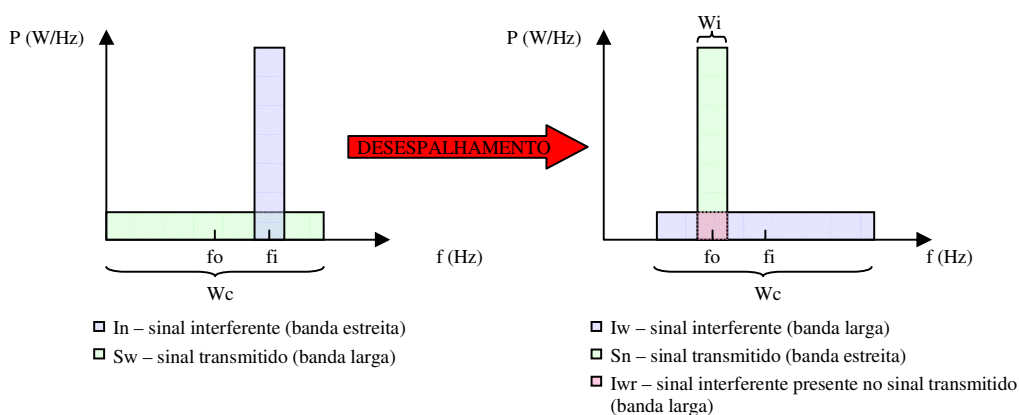


Figura 6 – Influência de sinal (banda estreita) em um sinal espalhado

Nota-se que o sinal desejado, após “desespalhado” pelo mesmo código utilizado para seu espalhamento, volta a conter a informação original em um sinal banda estreita, enquanto que o sinal interferente, quando espalhado por este mesmo código, gera um sinal espalhado que interfere com sinal desejado em toda sua faixa (W_i), mas com uma densidade espectral de potência baixa.

O esquema a seguir [11] ilustra o caso mais simples de um transmissor utilizando a técnica de seqüência direta com modulação BPSK (*Binary Phase Shift Keying*).

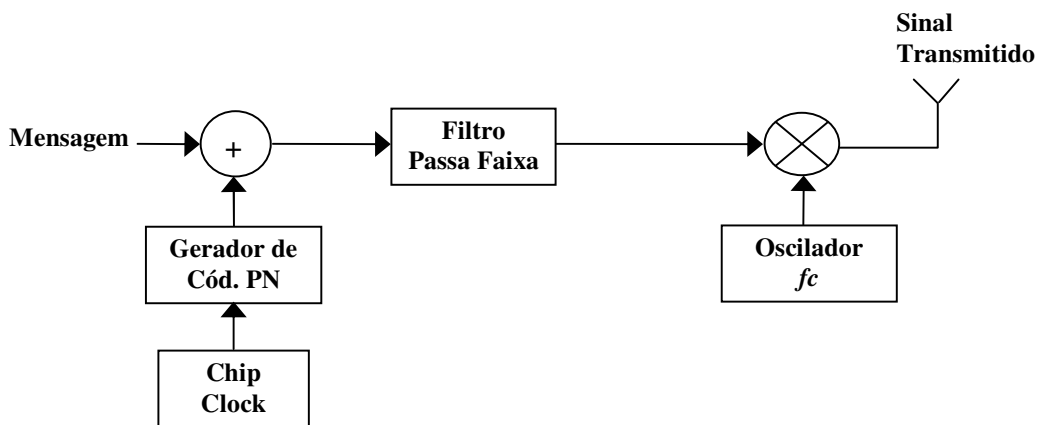


Figura 7 – Transmissor DS utilizando BPSK

onde: Sinal Transmitido = $\sqrt{\frac{2 \cdot E_s}{T_s}} \cdot m(t) \cdot p(t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot fc \cdot t + \theta)$

$m(t)$ – mensagem (sinal de entrada)

$p(t)$ – seqüência de espalhamento PN

fc – freqüência da portadora

$\theta(t)$ – fase da portadora em $t=0$

T_s – duração de cada pulso de $m(t)$

O resultado da utilização desta técnica em relação à redução de interferências é que após o espalhamento do sinal, a interferência gerada em outros sistemas não é de alta potência em uma faixa estreita, mas uma baixa potência em toda a faixa, similar a um ruído branco de baixa potência.

- *OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)* [3,10] – esta técnica rigorosamente não deveria ser chamada de espalhamento espectral, mas de técnica de transmissão de dados, pois baseia-se no uso de múltiplas portadoras (chamadas de sub-portadoras), que permanecem fixas (no espectro) e não são espalhadas. Ainda assim, está classificada como espalhamento de espectro, em razão dos seus efeitos. A técnica funciona dividindo o sinal em partes e, cada sub-portadora transmite uma das partes do sinal. A taxa total de transmissão depende de quantas portadoras são utilizadas.

Além de permitir a utilização de baixa potência em cada uma das sub-portadoras, esta técnica, utilizada no padrão 802.11g e 802.11a, é mais robusta aos efeitos de multipercursos que as técnicas de espalhamento espectral apresentadas.

Mais detalhes sobre canalização e interferências inter-sistêmicas e intra-sistêmicas, são descritos na seção 6.5.

2.2. Polarização

A polarização é determinada em função da orientação do campo elétrico gerado por uma antena em relação ao solo. No caso de antenas lineares, como o campo elétrico é paralelo ao elemento irradiante, a polarização corresponde à orientação física da antena em relação ao solo. A polarização das antenas deve ser a mesma em todos os pontos de comunicação, para prover uma melhor recepção do sinal.

2.3. Diversidade de antenas

Em ambientes em que não se espera que haja muito efeito de multipercursos, isto é, ambientes com poucas paredes e obstáculos, uma única antena pode prover bons resultados de cobertura. Entretanto, em situações nas quais o sinal está sujeito ao efeito de multipercursos, é recomendável a utilização de uma segunda antena receptora.

A maior parte dos equipamentos de *WLAN* possuem duas antenas, que podem ser ativadas e desativadas pelo usuário, para fins de avaliação de performance. Estes equipamentos têm a capacidade de comparar a intensidade do sinal proveniente de cada uma das antenas e aproveitar o mais forte.

Medições efetuadas para comparar o desempenho com a diversidade de antenas ativada e desativada, indicam que em ambientes fechados (muito sujeitos aos efeitos de multipercursos), o nível de potência do sinal recebido é muito sujeito a desvanecimentos de pequena escala quando a diversidade está desativada, melhorando sensivelmente com sua ativação.

2.4. Cobertura

Uma determinada área está coberta por um sistema de telecomunicações quando é possível que se estabeleça comunicação de algum ponto no interior da área ao sistema em questão. No caso de *WLANs* a comunicação se dá entre um *Access Point* e os equipamentos dos usuários ou apenas entre equipamentos de usuários.

A cobertura deve ser planejada de acordo com a demanda local, onde as variáveis mais importantes são a área a ser coberta, o tráfego, que deve contabilizar o número de usuários simultâneos e o volume de dados trafegados por cada um, e o custo de infra-estrutura. Existem alguns tipos de topologias básicas [3]:

- Topologia *Peer-to-peer (ad hoc)* – nesta configuração, as estações de trabalho, munidas de placas de comunicação *wireless* estabelecem comunicação entre si, sem a necessidade de um *Access Point*. Também pode ser chamada de *IBSS (Independent Basic Service Set)*.
- Topologia Infra-estrutura – Esta configuração consiste em um *Access Point* que estabelece comunicação com um conjunto de estações de trabalho. Esta topologia admite diversos tipos de configurações descritas a seguir [12,26]:

Estrutura *BSS (Basic Service Set)*:

- Configuração Unicelular – o sistema se baseia em um único *Access Point* que provê acesso à rede a todos os usuários em uma determinada área.

Estrutura *ESS (Extended Service Set)*:

- Configuração com Superposição celular – o sistema possui mais de um *Access Point*, cujas suas células de cobertura apresentam leves sobreposições.
- Configuração Multicelular – o sistema também possui mais de um *Access Point*, mas posicionados no mesmo local, de modo a gerarem áreas de coberturas totalmente sobrepostas.

- Configuração *Multi-Hop* – o sistema possui um par de *Access Point* e *Workgroup Bridge (WB)*, onde a última tem a função de expandir a área de cobertura da rede.

Não é incomum que uma mesma rede apresente mais de um tipo de topologia em diferentes locais, pois como será discutido adiante, cada alternativa tem sua aplicabilidade em ambientes de diferentes características.

2.4.1. Topologia Peer-to-peer

A topologia *Peer-to-peer*, também conhecida como rede *ad hoc* ou ainda *IBSS – Independent Basic Service Set*, não necessita de *Access Point* para que se estabeleça comunicação entre estações de trabalho. Estas se comunicam diretamente, permitindo compartilhamento de arquivos e, eventualmente, de impressoras e periféricos, acopladas a alguma das estações.

Esta topologia é utilizada quando não há necessidade de comunicação com um servidor.

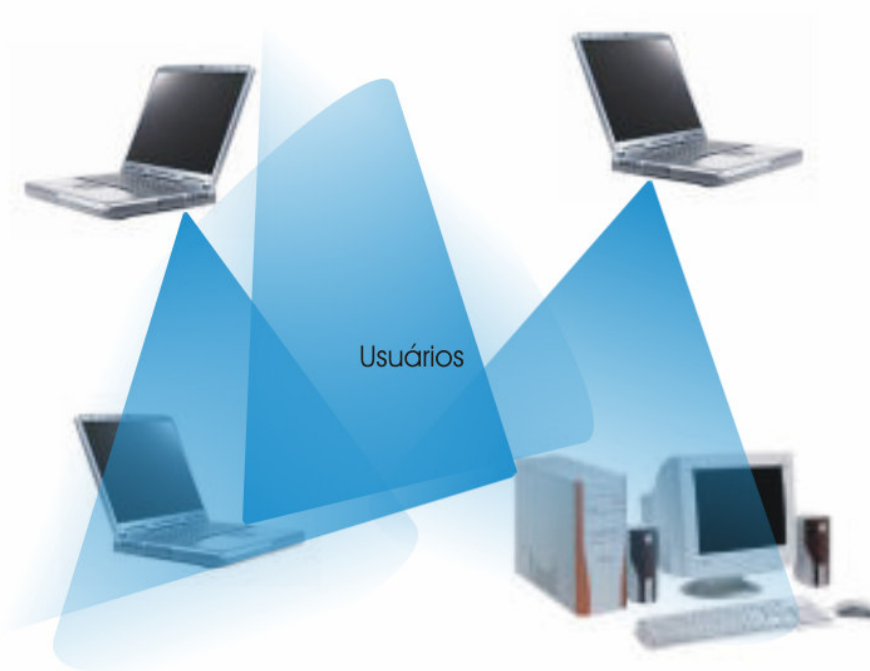


Figura 8 – Topologia *ad hoc*

2.4.2. Topologia Infra-estrutura

Este tipo de topologia é constituída por um conjunto de estações de trabalho que se comunicam diretamente com um *Access Point*, que por sua vez, funciona como uma ponte entre estas estações e uma rede cabeada.

2.4.2.1. Configuração Unicelular

Uma configuração unicelular ou *BSS – Basic Service Set*, consiste de um *Access Point* e um conjunto de estações de trabalho munidas de adaptadores de rede sem fio (*WLAN adapters*), associados ao *Access Point*.

As estações de trabalho podem ser microcomputadores equipados de adaptador compatível, ou *Notebooks* equipados com placas PCMCIA compatíveis, desde que estejam dentro da área de cobertura do *Access Point*, devidamente configurados e que o sistema esteja dimensionado para prever as taxas de transmissão que cada estação de trabalho requer.

Esta configuração é utilizada quando um único *AP* cobre toda uma área pretendida e o tráfego requerido total não excede o tráfego que o *AP* permite.

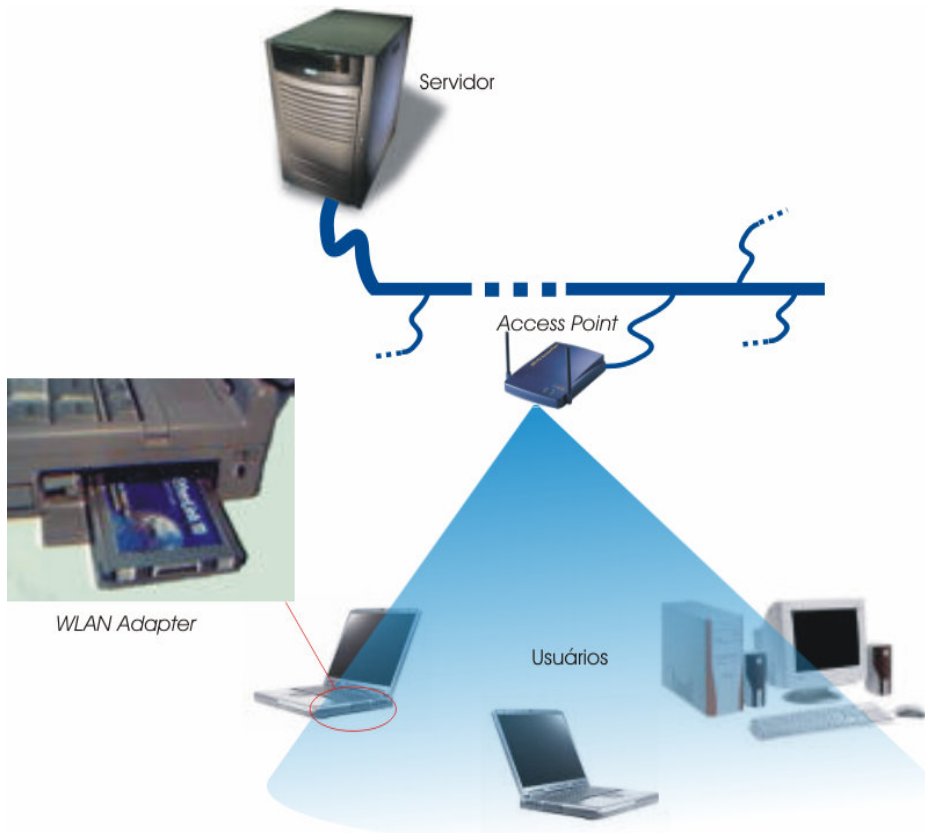


Figura 9 – Topologia Infra-estrutura (configuração unicelular)

2.4.2.2. Configuração com Superposição celular

Uma configuração com superposição celular consiste de um conjunto de *Access Points* e um conjunto de estações de trabalho munidos de adaptadores de rede sem fio (*WLAN adapters*), associados ao *Access Point*, de modo que as áreas de cobertura dos *Access Points* tenham alguns trechos em comum. Isto permite que os usuários usufruam dois atributos deste tipo de configuração:

- Nos trechos de superposição de cobertura pode ser estabelecida comunicação com ambos *Access Points*.
- É possível mover-se de uma área de cobertura de um *AP* para outra sem perder comunicação com a rede. Este atributo é conhecido como *Seamless Roaming* [2,12].

Esta configuração é utilizada em casos em que um *AP* não é suficiente para cobrir uma área pretendida, não se deseja que haja nenhuma área sem cobertura entre as áreas cobertas nem perda de comunicação com o deslocamento de usuários.

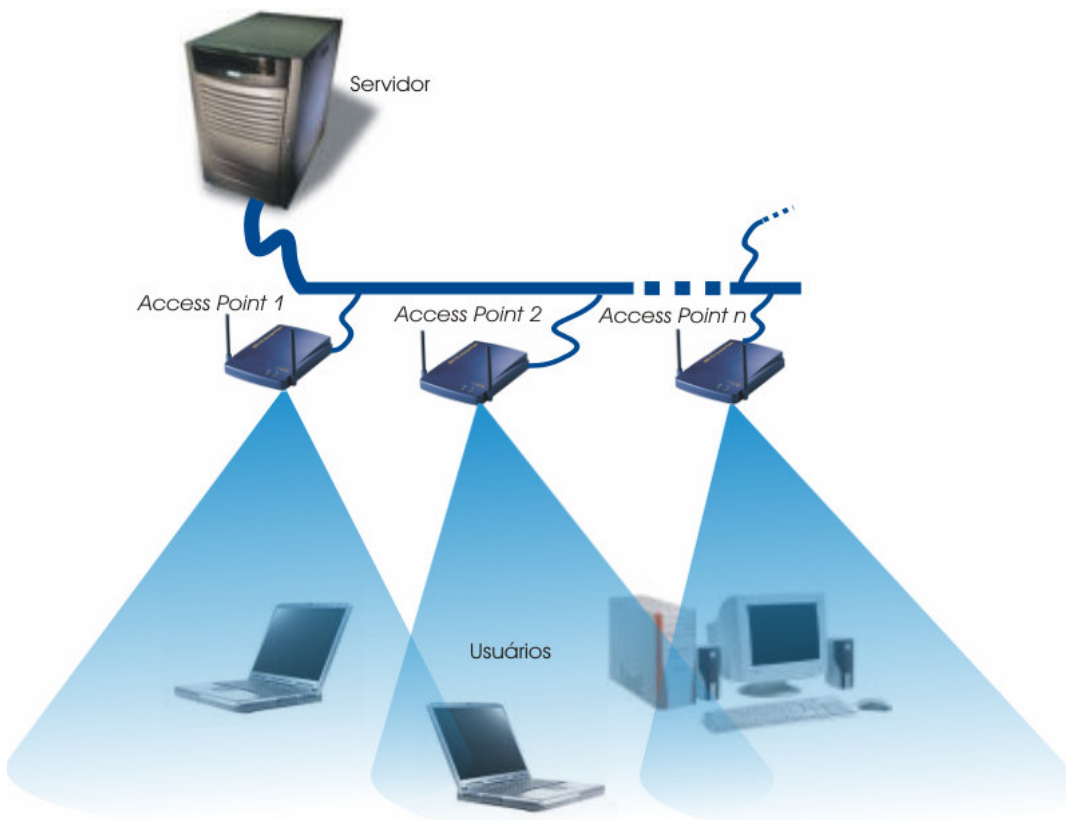


Figura 10 – Topologia Infra-estrutura (configuração com superposição celular)

2.4.2.3. Configuração Multicelular

Uma configuração multicelular consiste de um conjunto de *Access Points* posicionados muito próximos, de modo que suas áreas de cobertura sejam fortemente superpostas. Estes equipamentos devem estar configurados em canais diferentes (frequências diferentes) de modo a se minimizar interferências. Como na configuração com superposição celular, os usuários no interior destas áreas podem estabelecer comunicação com mais de um *AP*. A maioria dos *Access Points* vem acompanhados de um *software* de configuração, onde pode-se ativar uma opção de *Load Sharing* que automaticamente, a *wireless adapter* estabelecerá comunicação com o *AP* que estiver com o menor tráfego.

Esta configuração deve ser utilizada em áreas onde o tráfego requerido pelo conjunto de usuários é maior que o tráfego máximo provido por um único *AP*.

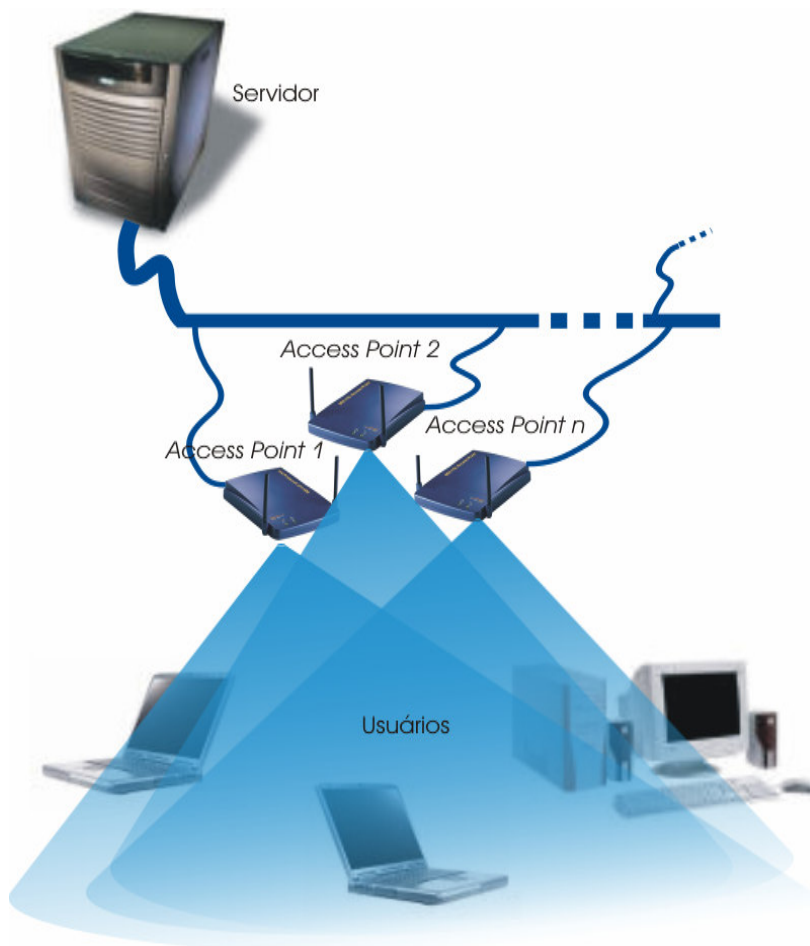


Figura 11 – Topologia Infra-estrutura (configuração multicelular)

2.4.2.4. Configuração Multi-Hop

Uma configuração *multi-Hop* consiste de um *Access Point* conectado a uma *Workgroup Bridge (WB)*, que se comunica com outra *WB* que por sua vez está conectada a outro *Access Point*.

Esta configuração é utilizada para se cobrir uma área onde não há cabeamento Ethernet disponível ao qual o segundo *AP* possa se conectar diretamente. As *WB* são utilizadas como “pontes” para esta comunicação entre dois pontos. Se a distância entre a *WB* e o *AP* for significativa, de modo que não se consiga estabelecer comunicação entre elas com as antenas originais, podem ser acopladas antenas externas de maior ganho, para possibilitar a comunicação.

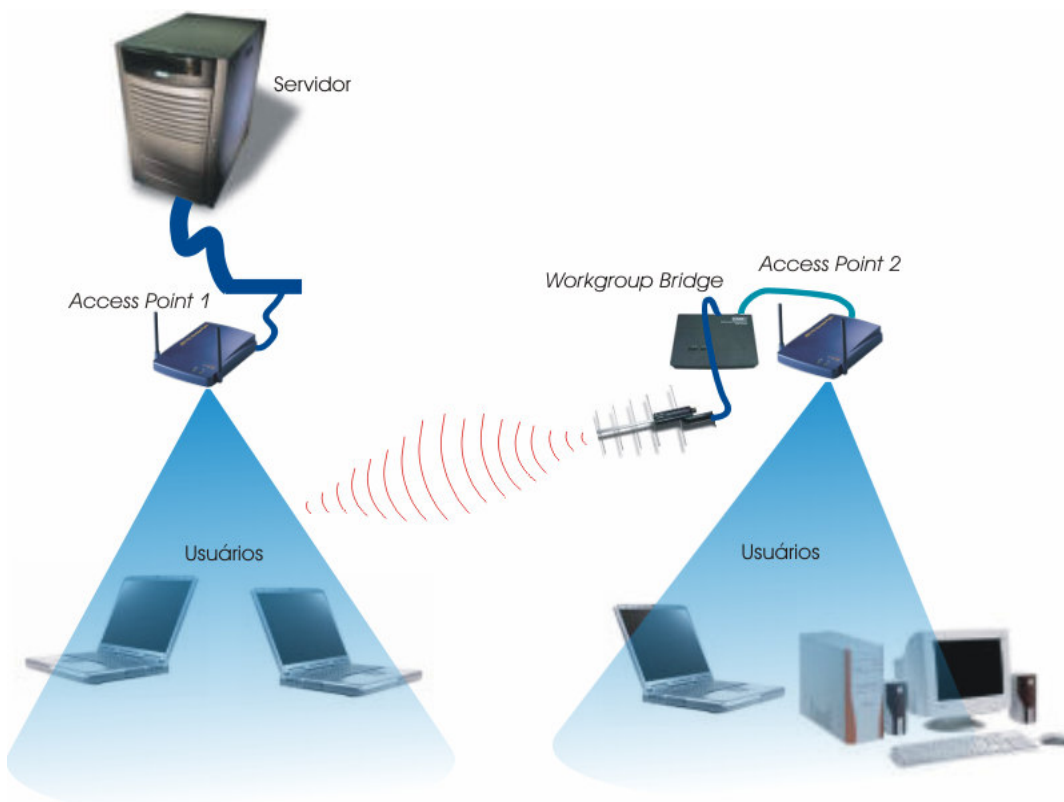


Figura 12 – Topologia Infra-estrutura (configuração Multi-Hop)

Existe uma outra modalidade da configuração *Multi-Hop* que não necessita das *WBs*. Alguns *APs* disponibilizam uma funcionalidade chamada de *Repeater Mode*, onde o *AP* funciona como um repetidor ativo, isto é, recebe um sinal fraco, proveniente de um outro *AP* e o amplifica para retransmiti-lo, sem a necessidade da utilização de uma *WB*.

2.5. Tráfego

Ao se planejar uma *WLAN* é muito importante que se faça um dimensionamento do tráfego requerido pelos usuários no interior de uma área coberta e, em função deste dimensionamento de tráfego, definir a quantidade de *Access Points* necessários para cobrir a área.

O *throughput* (vazão) total gerado em uma área é dado pela soma dos *throughput* gerados por cada usuário. Portanto a capacidade total dos *APs* deve ser maior que este valor estimado.

$$\text{Número de APs} = \frac{\text{Número médio de usuários simultâneos} \cdot \text{Throughput médio dos usuários}}{\text{Access Point throughput}}$$

Por exemplo, no caso do uso de *APs* 802.11b, com um *throughput* máximo de 11 Mbps cada, seriam necessários 3 *Access Points* para atender 80 usuários com um *throughput* médio de 2 kbps.

Atentar para o fato que o valor de *throughput* nominal dos equipamentos e da regulamentação 802.11 não é o valor real a ser consumido pelos usuários, pois uma parte deste é destinado a sinalização entre as pontas. O valor de *throughput* real que deve ser considerado varia em torno de 40% a 50%, conforme explicado na seção 6.4.