

CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS DO CABEAMENTO IRRADIANTE

Sandro Oliveira Estevam¹

Matheus Guedes²

RESUMO

Este artigo descreve uma nova categoria de cabeamento wireless, o Cabeamento Irradiante, um tipo de cabo rígido (coaxial), que atua como uma antena wireless contendo pequenas aberturas em seu condutor externo por onde os sinais de Radiofrequência podem ser distribuídos de forma homogêneo em todo ambiente. Este trabalho tem o objetivo de mostrar as características e vantagens do Cabeamento Irradiante, de como ele pode ser mais prático e útil em certos cenários. O estudo se faz necessário em razão das vantagens na implementação desse tipo de cabo numa rede local sem fio, com o intuito de melhorar a recepção, o alcance e a distribuição do sinal para determinados pontos. A metodologia utilizada foi de revisão bibliográfica, adquiridas através de artigos, livros, e sites referentes ao tema. Pode-se concluir que o Cabo Irradiante é uma excelente opção para grandes empresas, como por exemplo, hospitais, shopping centers, universidades, centros de distribuições, indústrias etc. que apresentam dificuldades para montarem suas redes wireless devido aos obstáculos que impedem o sinal de chegar até o destino. Para que essa tecnologia possa ser implantada com eficiência e sucesso, é necessário que as empresas contem com profissionais preparados e qualificados para o serviço evitando problemas no futuro.

Palavras-chave: IEEE 802.11; Cabo Irradiante; Rede Wireless; Radiofrequência.

¹ Bacharelado em Sistemas de Informação pela Faculdade Cenecista de Varginha – FACECA, Pós-Graduando em Tec. Ger. De Redes de Computadores pelo Unis Centro Universitário. E-mail: sanestev@yahoo.com.br

² Professor orientador, especialista MBA em Gestão Estratégica e Inteligência em Negócios pelo Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: matheus.guedes@unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento de novas tecnologias a todo o momento, as redes sem fios se tornam cada vez mais uma realidade na vida das pessoas e principalmente no mundo corporativo. Esta aceitação às redes wireless deve-se basicamente pela sua versatilidade oferecendo ganhos para todos.

Em um projeto de rede wireless um dos principais pontos ou talvez o principal que deve ser levado em consideração é a recepção do sinal com qualidade.

Redes sem fio com equipamentos que recebem o sinal de forma ineficiente, praticamente estão destinadas a apresentarem problemas de comunicação, taxas de transferência, alcance de sinal e tempo de resposta entre os equipamentos de origem e destino.

Este artigo descreve uma nova categoria de cabeamento wireless, o Cabeamento Irradiante, um tipo de cabo rígido (coaxial), que age como uma antena wireless contendo pequenas aberturas em seu condutor externo por onde os sinais de radiofrequência podem ser distribuídos de forma homogêneo em todo ambiente.

O objetivo deste trabalho é mostrar as características e vantagens do Cabeamento Irradiante, de como ele pode ser mais prático e útil em certos cenários.

O Cabo Irradiante já é usado oficialmente em alguns túneis e estações de metrô, com o intuito de preservar o sinal de celulares e dispositivos que utilizam a mesma radiofrequência.

Neste trabalho, o estudo se faz necessário em razão das vantagens na implementação desse tipo de cabo numa rede local sem fio, com o intuito de melhorar a recepção, o alcance e a distribuição do sinal para determinados pontos.

A metodologia utilizada foi de revisão bibliográfica, adquiridas através de artigos, livros, e sites referentes ao tema.

2 OS MODELOS OSI E TCP/IP

O modelo OSI foi criado com o intuito de padronizar e conseguir a interconectividade entre os equipamentos de diferentes fabricantes e, o TCP/IP por ser um protocolo universal, passou a ser usado como padrão para essa interconectividade, tanto na Internet como em vários segmentos que necessitem desse padrão de comunicação.

2.1 Modelo OSI

Surgido no final da década de 70, o modelo Open Systems Interconnection (OSI) é um padrão International Organization for Standardization (ISO) que engloba todas as características das comunicações de dados em redes de computadores. É um modelo de arquitetura para sistemas abertos, ou seja, que permite a comunicação entre dois sistemas diferentes independente da tecnologia de implementação (FOROUZAN, 2008).

O modelo OSI é formado por 7 camadas, conforme figura 1, diferentes, mas relacionadas entre si, cada uma resolvendo uma parte do processo de transferência de informações através de uma rede de computadores (FOROUZAN, 2008).

Figura 1 – Modelo OSI



Fonte: Comunicação de Dados e Redes de Computadores Quarta edição, pág. 30.

Das 7 camadas do modelo OSI a que se destaca é a camada 1, pois conforme Tanenbaum (2003), é na camada 1 (Física), que os meios de transmissão podem ser

classificados em: meios de cobre, meios de fibra óptica e de meios sem fio e tem como objetivo transmitir uma sequência de bits de uma máquina para outra.

2.2 O Modelo TCP/IP

De uma maneira fácil, o TCP/IP é o principal protocolo de envio e recebimento de dados pela Internet. TCP significa Transmission Control Protocol (Protocolo de Controle de Transmissão) e o IP, Internet Protocol (Protocolo de Internet) (MARTINS, 2012).

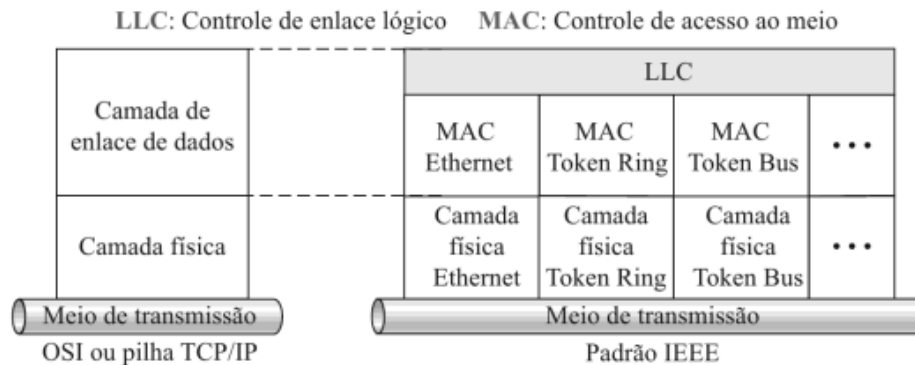
Protocolo é um tipo de linguagem, conjunto de regras, utilizada para que dois ou mais computadores consigam se comunicar e trocar informações entre si. Por mais que todas as máquinas estejam conectadas à mesma rede, se não “falarem” a mesma língua, não há como estabelecer uma comunicação. É no protocolo que estão definidas todas as regras necessárias para que o computador de destino “entenda” as informações no formato que foram enviadas pelo computador de origem (BATTISTI, 2013).

3 PROJETO IEEE 802

O Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE, mesmo concordando com as padronizações para o Modelo OSI resolveu que a camada de Enlace de Dados deveria ter mais detalhes. O projeto 802 estabelecia os padrões para os dispositivos físicos da rede (cabos, placas de redes, interfaces, conexão e desconexão) que ficavam localizados nas camadas de Enlace de Dados e Física (ROSS, 2008).

O projeto 802 tem como finalidade estabelecer as diretrizes para permitir a intercomunicação entre equipamentos de diversos fabricantes não tendo a intenção de substituir nenhuma parte do modelo OSI ou da pilha de protocolos TCP/IP. Na verdade é uma forma de especificar as funções da camada Física e da camada de enlace de dados dos principais protocolos de LAN. O IEEE separou a camada de enlace de dados em Controle de Enlace Lógico (LLC) e Controle de acesso ao Meio (MAC), conforme figura 2 (FOROUZAN, MOSHARRAF, 2013).

Figura 2 – Padrões IEEE para LANs



Fonte: Redes de Computadores: Uma Abordagem Top-Down, pag. 422.

Segundo Teleco (2007), **Controle do Enlace Lógico (LLC)** classifica os mecanismos para endereçamento de estações conectadas ao meio e controla a troca de dados entre usuários da rede. Esse padrão é baseado no protocolo HDLC que indica três tipos de serviço: sem conexão e sem reconhecimento; com conexão e com reconhecimento e sem conexão.

Controle de Acesso ao Meio (MAC) e Camada Física – permitir que dispositivos compartilhem a capacidade de transmissão de uma rede controlando o acesso ao meio de transmissão para se ter um uso ordenado e eficiente deste meio (TELECO, 2007).

3.1 O padrão IEEE 802.11

As redes wireless se tornam uma realidade cada vez mais atual devido às altas taxas de transmissão comparáveis à Fast Ethernet. As WLANs utilizam ondas de radio para transmissão de dados podendo transmitir nas faixas de 2.4 GHz (Não licenciada) ou 5 GHz (BATTISTI, 2014).

As leis que administram as WLANs são as mesmas das rádios AM/FM porque ambas utilizam o mesmo recurso de transmissão das ondas. O FCC (Federal Communications Commission) é quem controla o uso dos equipamentos WLAN e o IEEE é responsável pela criação e adoção dos padrões operacionais. (BATTIST, 2014)

Conforme Morimoto (2008) segue abaixo alguns padrões:

- 802.11 – Versão original usava a banda de 2,4 GHz e oferecia largura de banda de 1Mbps a 2Mbps. Caiu em desuso por causa dos novos padrões.
- 802.11b – O primeiro a ser usado em grande escala; usa banda de 2,4 GHz e tem largura de banda de até 11Mbps.
- 802.11a – usa banda de 5 GHz e tem largura de banda de 54Mbps.
- 802.11g – usa banda de 2,4 GHz e tem largura de banda de 54Mbps.
- 802.11n – usa banda de 2,4 GHz e 5 GHz e tem largura de banda de até 300Mbps e possui a tecnologia MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) que utiliza várias antenas para transferência de dados de um local para outro.

3.2 Técnicas de Transmissão

Redes wireless utilizam um processo de transmissão conhecido como Difusão de Espectro (Spread Spectrum). Essa técnica se diferencia pela grande largura de banda e baixa potência de sinal. Os sinais são difíceis de perceber e capturar sem equipamento adequado. Há dois tipos de tecnologias de Spread Spectrum determinadas pelo Federal Communications Commission (FCC): Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS). (BATTISTI, 2014)

FHSS – essa tecnologia separa a banda 2.4 GHz em 75 canais e a informação é conduzida por todos os canais em uma sequência aonde a frequência de transmissão vai sendo alterada nos saltos. Essa sequência é reconhecida somente pelo receptor e transmissor (RUFINO, 2011).

DSSS – Utiliza uma prática chamada code chips, que separa cada bit de dados em 11 subbits, enviando-os de forma redundante por um mesmo canal em diferentes frequências, e a banda 2,4 GHz é dividida em três canais (RUFINO, 2011).

3.3 Arquitetura de Rede Sem Fio 802.11

O padrão IEEE 802.11 define uma arquitetura para as redes sem fio WLAN, com dois tipos de serviço: o *Basic Service Set* (BSS) e o *Extended Service Set* (ESS). (FOROUZAN, 2008).

Segundo FOUROZAN (2008):

- BSS é definido pelo IEEE 802.11 como a base de uma rede LAN sem fio. Uma BSS é formada por estações wireless fixas ou móveis e, se necessário, por uma estação-base central conhecida como *Access Point - AP*.
- Se não tiver um AP, o BSS passa a ser considerada uma rede isolada e independente que não consegue enviar dados para outros BSSs. Essa estrutura é conhecida como rede ad hoc, onde as estações podem formar uma rede sem a necessidade de um AP.
- A ESS é formada por duas ou mais BSSs com APs. As BSSs são conectadas por meio de um sistema de distribuição que geralmente é uma LAN com fio. O sistema de distribuição interliga as BSSs Através dos APs e, ele pode ser qualquer tipo de rede LAN padrão IEEE.

4 TIPOS DE TRANSMISSÃO EM REDES SEM FIO

Dentre as variedades de transmissão em rede sem fio disponível atualmente, pode-se estabelecer um grupo de limitações de cada uma das opções em função das aplicações usadas. Portanto, a transmissão em rede sem fio pode ser dividida em quatro grandes grupos: infravermelho, laser, radiofrequência e micro-ondas. (FOROUZAN, 2006).

4.1 Radiofrequência

As ondas de rádio podem cruzar longas distâncias e entrar facilmente nos prédios. Elas são omnidirecionais, isto é, irradiam o sinal em todas as direções a partir da fonte, sendo assim, o transmissor e o receptor não precisam estar fisicamente alinhados (TANENBAUM, 2003).

4.2 Infravermelho

Eles são moderadamente direcionais, econômicos e fáceis de montar, mas têm uma desvantagem a ser considerada, eles não atravessam objetos sólidos. Porém, o fato de as ondas infravermelho não atravessarem paredes pode ser considerada como uma qualidade, pois não interferem em sistemas semelhantes instalados em salas e prédios próximos. (TANENBAUM, 2003).

4.3 Laser

É um tipo de tecnologia de transmissão parecida com a infravermelha, mas utiliza outro tipo de luz para sua propagação. A distinção entre a transmissão do infravermelho e do laser é que a transmissão a laser é altamente direcional, ou seja, os dispositivos de transmissão e recepção precisam estar alinhados corretamente. O alcance do laser é bem maior do que a do infravermelho, mas, qualquer obstáculo, por menor que seja, impede a transmissão (TORRES, 2001).

4.4 Micro-ondas

De acordo com Forouzan (2008) as micro-ondas operam nas frequências que se encontram compreendidas entre 1 GHz a 300 GHz, por isso são tipicamente utilizados para a transmissão de longas distâncias. O micro-ondas é unidirecional, por isso, a antena do emissor e a antena do receptor tem que estar alinhados para que a comunicação ocorra com clareza.

5 FREQUÊNCIAS

Dispositivos que usam a radiofrequência transmitem o sinal pelo ar. Suas frequências geralmente são faixas conhecidas como Industrial Scientific Medical – ISM, isto é, são faixas abertas que não precisam de autorização para serem utilizadas. O ISM foi padronizado em três faixas na maior parte dos países. Essas frequências são: 900 Mhz que é muito usada por isso causa um alto nível de interferência; de 2.4 Ghz é utilizada pelas redes wireless e a de 5 Ghz não têm o uso liberado em todos os países, mas foi padronizado recentemente pela Anatel no Brasil (REIS, 2012).

As frequências são divididas em faixas para permitir a transmissão em paralelo de sinais diferentes em cada uma das faixas, pode-se observar seu funcionamento já que há muito

tempo fazem parte do cotidiano como os canais de rádio (AM/FM) e televisão (RUFINO, 2011).

5.1 Frequência 900 MHz

Faz parte do grupo de frequências liberadas para uso em WLAN (Wireless Lans Network) sem licenciamento pela ISM, apresentaram um bom desempenho no que se refere às taxas de dados de 2Mbit por segundo. Porém seu uso apresentava algumas desvantagens como, por exemplo, as larguras de bandas que eram bem limitadas, aproximadamente de 26 MHz que deixava o canal disponível para alguns usuários e também diminuía as taxas de transmissão e, também, existia a questão da interferência cuja frequência vários dispositivos concorriam o mesmo canal resultando em uma má operacionalidade dos dispositivos em questão (SOARES; LEMOS; COLCHER, 1995).

5.2 Frequência 2,4 GHz

É considerada uma frequência poluída devido ao fato de ser utilizada pela grande quantidade de equipamentos, serviços e também por alguns aparelhos de telefone sem fio, Bluetooth, fornos de micro-ondas, babás eletrônicas e pelos padrões 802.11b e 802.11g (RUFINO, 2011).

5.3 Frequência 5 GHz

O alcance do seu sinal é relativamente menor que as demais frequências, o que pode ser tanto um problema em grandes locais quanto uma vantagem a mais, quando não se deseja que o sinal chegue em áreas maiores que as necessárias para o funcionamento dos dispositivos da rede (RUFINO, 2011).

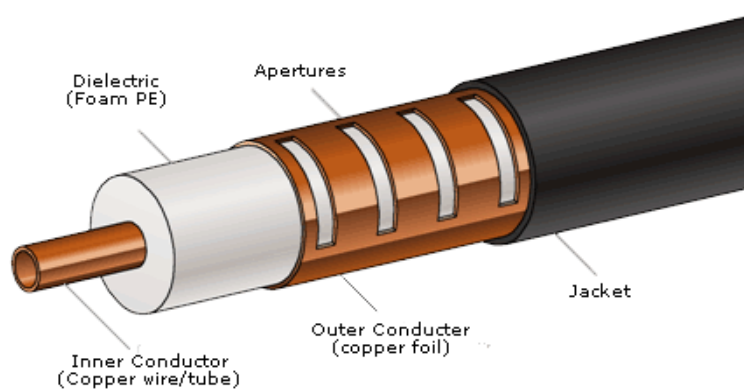
6 CABEAMENTO IRRADIANTE

Mesmo existindo há mais de 15 anos e utilizado bastante pelas operadoras de Telecomunicações, o Cabeamento Irradiante é pouco conhecido no setor privado de redes locais.

Essa tecnologia foi criada na Alemanha para transportar sinais de comunicação em túneis de mineração. Hoje em dia, é utilizada nas mais diversas tecnologias de comunicação sem fios, disponibilizando cobertura de sinal em locais fechados e compatibilidade com sistemas RF, Wi-Fi, UHF VHF, FM, GSM e outros. (SILVA, 2009).

Os cabos irradiantes, também conhecidos como cabos fendidos, são cabos rígidos contendo pequenas aberturas (slots) em seu condutor externo, conforme figura 3, onde podem distribuir o sinal de Radio Frequência ao longo de sua extensão (YAMAGUCHI, 2011).

Figura 3 – Ilustração de um Cabo Irradiante

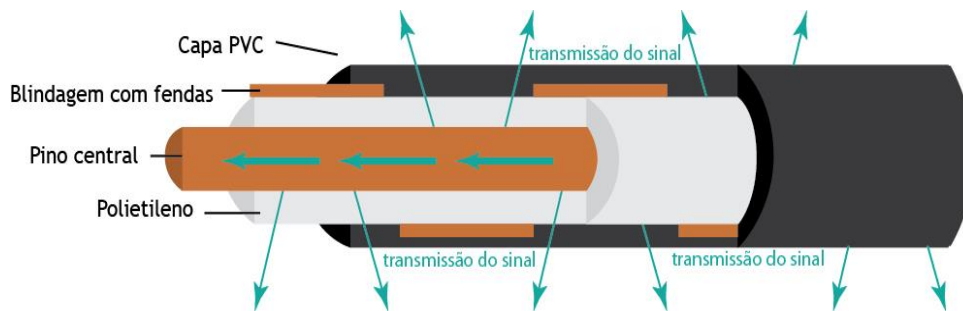


Fonte: Teleco Inteligência em Telecomunicações

O cabo irradiante atua como uma antena, distribuindo sinais por onde passa tornando o sinal homogêneo em todo ambiente. Ele pode ser empregado para o aumento de alcance de um sinal de qualquer dispositivo de radiofrequência, por exemplo, Wi-Fi, RFID, celular etc. (FREITAS, 2013).

A estrutura do cabo irradiante, figura 4, é composta por um condutor rígido interno, revestido por uma espuma de polietileno, que é revestida com uma folha de cobre com aberturas que permitem que o sinal se propague pelo ambiente. (DISCABO, 2013).

Figura 4 - Estrutura do cabo irradiante

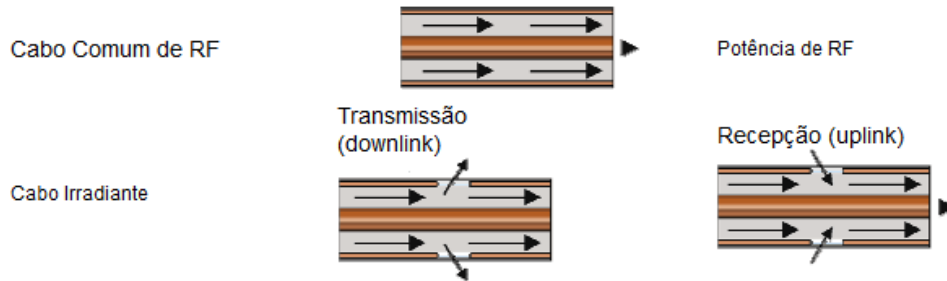


Fonte: Discabos (2013)

Pode-se fazer uma analogia deste cabo como se fosse uma mangueira com vários furos, e a torneira como se fosse o access point. Quando a água é ligada, ela sai por cada um dos furos que tem na mangueira molhando todo o ambiente, assim acontece com o cabo irradiante que espalha o sinal por todo o ambiente ao longo do cabo (OLHAR DIGITAL, 2008).

Este tipo de cabo coaxial tem o mesmo princípio de funcionamento do cabo coaxial comum. Porém, enquanto o cabo coaxial comum é usado para levar o sinal de um ponto até o outro, o cabo irradiante foi feito para atuar como uma antena permitindo a entrada e saída do sinal RF, como ilustra a figura 5 (TELECO, 2004).

Figura 5 – Transmissão do sinal de RF no cabo coaxial e no cabo irradiante



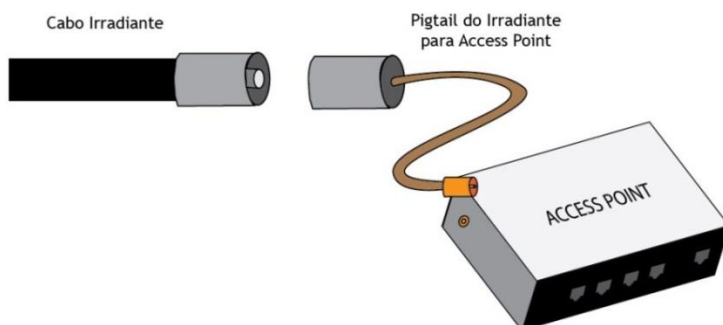
Fonte: Teleco Inteligência em Telecomunicações

Os cabos irradiantes são ideais para serem instalados em ambientes fechados, como hotéis, hospitais, aeroportos, shopping centers, universidades, galpões, centro de distribuições, câmaras frigoríficas, indústrias, túneis rodoviários e ferroviários, trens, metrô, minas, grandes residências etc (FREITAS, 2013).

6.1 Instalação

Os cabos irradiantes utilizam os mesmos conectores dos cabos coaxiais. Quando se quer conectar o cabo a um AP, por exemplo, utiliza-se na ponta do cabo irradiante um plug conhecido como *N-macho* que será conectado em um adaptador conhecido no mercado de Pigtail, como ilustra a figura 6. Esse adaptador possui em uma ponta o plug que será ligado no conector da antena do AP e na outra ponta ele tem um plug *N-femea* para ser conectado no *N-macho* do cabo irradiante (DISCABO, 2013).

Figura 6 – Conexão do cabo irradiante com o adaptador Pigtail



Fonte: Discabos (2013)

6.2 Vantagens

Segundo Yamaguchi (2011), os cabos irradiantes apresentam as seguintes vantagens em relação às antenas:

Maior Flexibilidade / menor custo efetivo em upgrading

- Um único cabo irradiante pode transmitir um grande número de serviços, desde FM até UMTS, WLAN;
- Serviços adicionais podem ser alocados mais tarde, sem novos custos de instalação de cabos;
- Usando antenas, cada novo serviço necessita de um novo sistema de antenas.

Menor impacto visual

- Existe um grande interesse em esconder antenas, para evitar uma agressão visual, comum em estações de metrô, centros comerciais, etc;
- Cabos irradiantes podem ser facilmente escondidos invisíveis atrás de forros, fundo falso, coberturas, etc.
- Cabos irradiantes podem ser facilmente escondidos sobre forros e coberturas, sob fundos falsos, etc.

Menor Range Dinâmico

- Reduz custo de equipamento;
- Aumenta a expectativa do período de confiabilidade do sistema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A rede sem fio cresceu muito rapidamente, devido à grande mobilidade, pois não usam fios para transmitir o sinal. O seu funcionamento é ideal para ambiente pequeno, de baixa amplitude. O problema surge em ambientes grandes, que dependendo do cenário, os caminhos de transmissão entre um transmissor e um receptor são muitas vezes bloqueados por paredes, mobílias, maquinários e até mesmo por prédios.

Para sanar o problema do cenário apresentado acima, as empresas seriam obrigadas a comprar mais equipamentos wireless, para expandir o sinal de uma forma a cobrir toda a área. Isso aumentaria muito as despesas e, atualmente, o que as empresas mais querem é redução de gastos.

Este trabalho permitiu observar que o Cabeamento Irradiante é uma boa alternativa para empresas que desejam implantar soluções wireless, ou ampliar a área de cobertura em grandes locais, principalmente nos ambientes indoor como túneis, metros, complexos corporativos, aeroportos, indústrias, shopping centers etc.

Devido ao fato dessa tecnologia funcionar semelhantemente a uma antena ela possui a vantagem de suportar, combinar, até 3 diferentes frequências, por exemplo sinal de rádio FM, celular até o próprio sinal Wireless, em um mesmo cabo. Com isso, as empresas reduziram muito suas aquisições de ativos de rede sem perda de desempenho.

Observou-se também que a tecnologia do cabo irradiante permite ter um maior controle da cobertura, porque com um cabo irradiante de 50m e 1 único Access Point pode-se cobrir uma área de até 1.000m². Cobrindo onde é necessário, assim evitando áreas de sombra e minimizando o 'vazamento de sinal' para áreas indesejadas.

Enfim, o Cabo Irradiante é uma excelente opção para as grandes empresas. Porém é necessário que contem com profissionais qualificados na elaboração do projeto e a implantação dessa tecnologia, evitando aborrecimentos e prejuízos no futuro.

Como sugestão para projetos futuros, fazer uma análise em relação aos outros serviços que trafegam pelo cabo irradiante, quais os desafios na implantação e gestão deste tipo de tecnologia.

FEATURES AND ADVANTAGES RADIANT CABLING

ABSTRACT

This article describes a new category of wireless cabling, Cabling Radiant, a type of rigid cable (coaxial), which acts as an antenna wireless containing small openings in its outer conductor by which the signals of Radio Frequency can be distributed in a homogeneous manner throughout environment. This work aims to show the features and advantage of Radiant Cabling, how it can be more practical and useful in certain scenarios. The study is necessary because of the advantages in implementing this type of cable in a wireless LAN, in order to improve reception range and signal distribution to certain points. The methodology used was the literature review, acquired through articles, books, and websites on the subject. It can be concluded that the Cape Radiant is an excellent choice for large companies, such as hospitals, malls, universities, distribution centers, industries etc. which submit difficulties to mount their wireless networks because of the obstacles that prevent the signal from reaching the destination. So that this technology can be deployed efficiently and successfully, it is necessary that companies count on skilled professionals qualified to service avoiding issues in the future.

Keywords: IEEE 802.11; Radiating Cable; Wireless network; Radiofrequency.

REFERÊNCIAS

BATTISTI, Júlio. **Tutorial de TCP/IP - Parte 01**. Introdução ao TCP/IP. JB Livros e Cursos, 2013. Disponível em:

<http://juliobattisti.com.br/artigos/windows/tcpip_p1.asp>. Acesso em: 02 jun. 2014.

BATTISTI, Júlio. **Redes Wireless - Parte I**: JB Livros e Cursos, 2014. Disponível em:

< <http://juliobattisti.com.br/tutoriais/paulocfarias/redeswireless001.asp>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

DISCABOS. **Seminário Online sobre Cabo Irradiante**, 2013. Disponível em:

<<http://discabos.com.br/novidades/seminario-online-sobre-cabo-irradiante/>>. Acesso em: 27 set. 2014.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. 3^a. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 840 p.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de Dados e Redes de Computadores**. Quarta edição. São Paulo: MacGraw-Hill Brasil, 2008. 1134 p.

FOROUZAN, Behrouz A; MOSHARRAF Firouz. **REDES DE COMPUTADORES: Uma Abordagem Top-Down**. São Paulo: MacGraw-Hill Brasil, 2013. 928 p.

FREITAS, Ricardo. **DISCABOS – CABO IRRADIANTE**, 2013. Disponível em:

<<http://ricardofreitasaudiovideo.blogspot.com.br/2013/06/discabos-cabo-irradiante.html>>. Acesso em: 11 set. 2014.

MARTINS, Elaine. **O que é TCP/IP?**. TECMUNDO, 2012. Disponível em:

<<http://www.tecmundo.com.br/o-que-e/780-o-que-e-tcp-ip-.htm>>. Acesso em: 23 set. 2014.

MORIMOTO, Carlos E. **Redes Wirelles, parte 2: Padrões**. Guia do Hardware.net, 2008. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/padroes-wireless/>>. Acesso em: 26 set. 2014.

OLHAR DIGITAL. **Cabo Irradiante**. Olhar Digital, 2008. Disponível em: <<http://olhardigital.uol.com.br/video/cabo-irradiante/5597>>. Acesso em: 27 set. 2014.

REIS, Gustavo Henrique da Rocha. **Redes Sem Fio: Redes de Computadores**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Sudeste de Minas Gerais. Campus Rio Pomba, 2012. Disponível em: < http://sistemas.riopomba.ifsudestemg.edu.br/dcc/materiais/402257390_redes-sem-fio.pdf> Acesso em: 07 out. 2014.

ROSS, Júlio. **REDES DE COMPUTADORES**. Rio de Janeiro: Livrotec, 2008, 148 p.

RUFINO, Nelson Murilo de O. **Segurança em Redes sem Fio: Aprenda a Proteger suas Informações em Ambientes Wi-Fi e Bluetooth**. 3. Ed. São Paulo: Novatec, 2011, 240 p.

SILVA, Marcelino. **Você já ouviu falar em Cabeamento Irradiante?** ConsulData Comunicação de Dados, 2009. Disponível em: <<http://www.consuldata.com.br/noticias.asp?id=117&mode=0&bd=1&vm=false>>. Acesso em: 09 out. 2014.

SOARES, Luiz Fernando Gomes; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. **REDES DE COMPUTADORES**. Das LANs, MANs e WANs às Rede ATM. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Campus, 1995. 705 p.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 968 p.

TELECO. **Redes Wi-Fi: O que é Cabo Irradiante?** Teleco Inteligência em Telecomunicação, 2004. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifi/pagina_3.asp>. Acesso em: 09 out. 2014.

TELECO. **Seção: Banda Larga.** Tecnologias de Suporte. Teleco Inteligência em Telecomunicações, 2007, Disponível em: < <http://www.teleco.com.br/ieee802.asp>>. Acesso em: 09 out. 2014.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores: Curso Completo.** Rio de Janeiro: Axcel Books, 2001. 688 p.

YAMAGUCHI, Marcelo. **Cabos Irradiantes: PROJETO DE REDES,** 2011. Disponível em: <http://www.projeteredes.com.br/artigos/cabos_irradiantes.php>. Acesso em: 09 out. 2014.