

REGINALDO ROBERTO DE MORAIS

Estudo de viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio em
uma empresa instalada em um imóvel de patrimônio tombado

São Paulo
2010

REGINALDO ROBERTO DE MORAIS

Estudo de viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio em
uma empresa instalada em um imóvel de patrimônio tombado

Monografia apresentada ao PECE -
Programa de Educação Continuada da
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Certificado
de Especialização em Tecnologia da
Informação – MBA/USP

Área de concentração: Tecnologia da
Informação

Orientador: Prof. Stephan Kovach

São Paulo
2010

MBA/TI

2010

M7922

DEDALUS - Acervo - EPEL



31500020048

FICHA CATALOGRÁFICA

M20102

Morais, Reginaldo Roberto de

Estudo de viabilidade do uso de tecnologia de redes sem fio em uma empresa instalada em um imóvel de patrimônio tombado / R.R. de Moraes. – São Paulo, 2010.

51 p.

Monografia (MBA em Tecnologia da Informação) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Wireless (Viabilidade; Uso) I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

18253 14

OK

AGRADECIMENTOS

Ao professor Stephan Kovach por seu incentivo e paciência na condução às orientações, e pelo constante estímulo transmitido durante todo o trabalho.

A minha esposa Samantha A. S. Moraes pelo constante apoio.

Ao Grupo Tejofran representado na pessoa da Srta. Andrea Sousa Felipe, por ter aprovado o estudo na empresa e o apoio financeiro.

A Srta. Edilia Vieira de Araujo por contribuir na elaboração da revisão ortográfica.

RESUMO

Este trabalho procura apresentar um estudo sobre a viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio, em uma empresa de multisserviços instalada em um imóvel com restrições quanto a eventuais necessidades de mudanças que venham a descaracterizá-lo.

Atualmente, a empresa em questão possui mínima possibilidade de mudanças de *layout* físico em sua Infra-estrutura de redes, devido às características do imóvel e à disposição dos departamentos, o que inviabiliza, em algumas situações, o atendimento da demanda das unidades de negócios em virtude da dificuldade de alocar adequadamente os recursos tecnológicos de TI.

A proposta do trabalho é analisar se o uso de tecnologia de redes sem fio proporcionará à empresa um meio para atender as demandas das unidades de negócios, no que se refere às alterações de *layout* dos departamentos e, mais especificamente, se os requisitos de desempenho das aplicações críticas de negócio serão atendidos com a tecnologia de redes sem fio.

ABSTRACT

This work presents a study about the technical viability of using a wireless network technology use in a company of facilities that is installed in a property with restrictions, as for eventual necessities of changes that can take away its characteristics.

Currently, the company mentioned above has low possibility to change physical layout in its IT infrastructure, due the features of the property and the arrangement of the departments. In some situations, that makes impracticable the service of business demand unit, due the difficulty of allocating appropriately the technological resources of IT.

The purpose of this study is to analyze whether the use of a wireless networks technology will supply a way to attend the demand of business unit, with respect to changes in layout of departments and, more specifically, if the performance requirements of business-critical applications will be attended with the technology of wireless networks.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Rede de computadores simples	2
Figura 2.	Rede corporativa com Infra-estrutura cabeada e sem fio.....	7
Figura 2.1.	Problema do terminal oculto (a) e do desvanecimento (b)	10
Figura 2.2.	Componentes LAN sem fio 802.11.....	14
Figura 2.3.	Rede ad hoc	16
Figura 2.4.	Modo de Infra-estrutura	17
Figura 2.5.	Infra-estrututa ESS.....	18
Figura 2.6.	Canais e frequências centrais para o 802.11b.	20
Figura 3.	Diagrama de rede do Grupo Tejofran.....	28
Figura 3.1.	Organograma específica Diretoria Adj. Adm. Financeira.....	32
Figura 5.	<i>PeopleSoft Pure Internet Architecture</i>	42
Figura 5.1	Utilitário <i>PeopleSoft Ping</i>	44
Figura 5.2.	Gráfico <i>PeopleSoft Ping Chart</i>	46
Figura 5.3.	Gráfico <i>PeopleSoft Ping</i>	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características padrões 802.11.....	11
Tabela 5. Demonstrativo dos resultados <i>PeopleSoft Ping</i>	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	- Access Point
BRTUV	- Avaliações de Qualidade S/C Ltda.
BSA	- Basic Service Area
BSS	- Basic Service Set
CONPRESP	- Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo.
CRS	- Certificado de Regularidade em Segurança
CSMA/CA	- Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
DHCP	- Dynamic Host Configuration Protocol
DPH	- Departamento do Patrimônio Histórico
DS	- Distribution System
DSL	- Digital Subscriber Line
ERP	- Enterprise Resource Planning
ESS	- Extended Service Set
HTTP	- Hypertext Transfer Protocol
IBSS	- Independent Basic Service Sets
IEEE	- Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	- Internet Protocol
ISO	- International Organization for Standardization
LAN	- Local Area Network
MAC	- Media Access Control
MAN	- Metropolitan Area Network
MIMO	- Multiple-Input Multiple-Output
OSI	- Open Systems Interconnection
PCI	- Peripheral Component Interconnect
PCMCIA	- Personal Computer Memory Card International Association
PDA	- Personal Digital Assistants
SESVESP	- Sindicato das Empresas de Segurança Privada, Segurança Eletrônica, Serviços de Escolta e Cursos de Formação do Estado de São Paulo.

SSID	- Service Set Identifier
TI	- Tecnologia da Informação
USB	- Universal Serial Bus
WLAN	- Wireless Local Area Network

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Justificativa	3
1.3. Estrutura do texto	4
2. TECNOLOGIA DE REDES - LAN SEM FIO 802.11	5
2.1. Características de enlaces e redes sem fio	8
2.2. Padrões LANs sem fio 802.11	10
2.2.1. 802.11b	11
2.2.2. 802.11a	12
2.2.3. 802.11g	12
2.2.4. 802.11n	12
2.3. Modos de operação padrão 802.11n	13
2.4. A arquitetura LAN sem fio 802.11	14
2.5. Topologia LAN sem fio 802.11	15
2.6. Funcionamento das LANs sem fio 802.11	19
3. O GRUPO TEJOFRAN	23
3.1. A Empresa Tejofran	23
3.2. Trajetória da empresa em inovação	24
3.3. A Área de Infra-estrutura de TI	25
3.4. Recursos tecnológicos de Infra-estrutura de TI	25
3.5. Distribuição dos Recursos tecnológicos de Infra-estrutura de TI	27
3.6. Característica do Imóvel – Data Center principal.	28
3.7. Cenário atual, restrições de alterações de layout na Infra-estrutura de TI	30
4. ESTUDO NA TEJOFRAN	34
4.1. Definição da Topologia da rede	34
4.2. Definição do padrão 802.11	35
4.3. Seleção da frequência de banda	35
4.4. Definição do modo de operação	36
4.5. Adaptação das estações de trabalho para uso da rede sem fio	37
4.6. Determinação do número de <i>access points</i>	38

5. REQUISITOS DE DESEMPENHO DE UMA APLICAÇÃO CRÍTICA DE NEGÓCIO	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos meios imprescindíveis para as empresas atingirem seus objetivos organizacionais é a Infra-estrutura de Tecnologia da Informação, pois representa recursos de hardware, software e serviços que podem ser compartilhados por toda a organização.

Segundo Laudon [1], a Infra-estrutura de TI provê a fundação ou plataforma de hardware e software sobre a qual a empresa pode montar seus sistemas de informação.

Um sistema da informação é definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização, conforme explica Laudon [1].

A competitividade nos mercados sugere que as empresas melhorem a eficiência de suas operações e realize as tarefas com agilidade. Portanto a Infra-estrutura de TI, por ser um meio imprescindível à prática de negócio, faz com que as empresas dependam de seu bom funcionamento.

À medida que emergem novas oportunidades nos mercados, as empresas sentem a necessidade de expandir seus negócios e reagir às mudanças de forma rápida. Conseqüentemente, áreas internas nas corporações necessitam de mais recursos tecnológicos e, em alguns casos, alterações em seu *layout* físico para continuar ou melhorar a qualidade dos serviços prestados aos atuais e potenciais novos clientes.

Assim sendo, a Infra-estrutura de TI deve ser ~~mais~~ flexível e escalável, com capacidade para atender aos novos requisitos de negócio e prover adequadamente os recursos tecnológicos de TI.

Neste contexto, é importante que a tecnologia de rede utilizada pela empresa proporcione as alterações de *layout* físico com facilidade. Isto nem sempre ocorre se a tecnologia de rede utilizada for cabeada, podendo dessa forma, impactar nas mudanças requeridas pelas unidades de negócios.

Define-se por tecnologia de rede com fio ou cabeada, a interligação, através de um cabo específico, de dispositivos de redes, tais como servidores, computadores e impressoras, para prover transmissão de dados e compartilhamento de recursos entre tais dispositivos a partir de um equipamento central de distribuição comumente conhecido como switch ou hub [2].

Na figura 1. é apresentado uma rede de computadores simples, composta por servidor, computador, switch, roteador e os cabos interconectando os dispositivos de conectividade da rede para prover a comunicação entre os dispositivos [2].

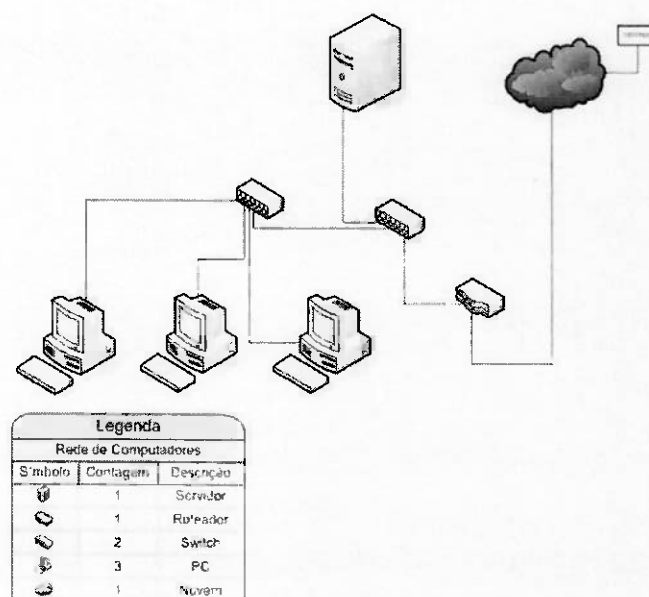


Figura 1. Rede de Computadores simples
Fonte: Cisco [2]

Em resposta ao cenário de uma Infra-estrutura de TI saturada ou mínima possibilidade de mudanças, a tecnologia de redes sem fio constitui-se uma alternativa importante para viabilizar as mudanças necessárias nos departamentos, fornecendo funcionalidades similares às redes convencionais com fio.

A tecnologia de redes sem fio proporciona de forma mais flexível a adição de novos pontos, alteração de *layout* entre as áreas, auxílio na expansão do uso de tecnologia nas empresas com o menor impacto em sua Infra-estrutura de TI e na entrega dos recursos tecnológicos demandados pelas áreas de negócios.

Flickenger [3] define que as comunicações sem fio utilizam-se de ondas eletromagnéticas para o envio de sinais. Portanto, a tecnologia de redes sem fio é um sistema que utiliza ondas de rádio como meio de transmissão de dados para fornecer a computadores e outros dispositivos compatíveis o acesso à rede corporativa, sem a necessidade do uso de uma Infra-estrutura de cabos, sejam esses coaxiais, fios de cobre ou fibras óticas.

1.1. OBJETIVO

A proposta do trabalho é analisar se o uso de tecnologia de redes sem fio proporcionará à empresa um meio para atender as demandas das unidades de negócios, no que se refere às alterações de *layout* dos departamentos e, mais especificamente, se os requisitos de desempenho das aplicações críticas de negócio serão atendidos com a tecnologia de redes sem fio.

1.2. JUSTIFICATIVA

Atualmente, a empresa em questão possui mínima possibilidade de mudanças de *layout* físico em sua Infra-estrutura de redes, devido às características do imóvel e à disposição dos departamentos, o que inviabiliza, em algumas situações, o atendimento da demanda das unidades de negócios em virtude da dificuldade de alocar adequadamente os recursos tecnológicos de TI.

1.3. ESTRUTURA DO TEXTO

Sumariamente, segue abaixo a organização dos capítulos de forma a estruturar a proposta desta monografia e facilitar o entendimento na identificação dos tópicos desse trabalho.

- a) **capítulo 1:** apresenta um breve resumo da proposta do trabalho, a introdução para contextualizar o leitor quanto ao assunto abordado, o objetivo e a justificativa;
- b) **capítulo 2:** aborda o referencial bibliográfico sobre os conceitos teóricos da tecnologia de redes sem fio para subsidiar no entendimento e nas respostas do problema exposto;
- c) **capítulo 3:** descreve a estrutura da empresa em questão, sua Infra-estrutura de TI, e contém também a formulação do problema que se pretende resolver;
- d) **capítulo 4:** é apresentado um estudo para a Empresa Tejofran que está instalada em um imóvel de patrimônio tombado. O estudo apresenta a implantação de redes sem fio como alternativa de solução para o problema da dificuldade de efetuar mudanças no *layout* físico da sua Infra-estrutura de TI;
- e) **capítulo 5:** apresenta os requisitos de desempenho de uma das aplicações críticas de negócios da empresa e se tais requisitos serão atendidos pela tecnologia de redes sem fio;
- f) **capítulo 6:** apresenta as considerações finais do estudo proposto;
- g) **capítulo 7:** apresenta as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração desta monografia.

2. TECNOLOGIA DE REDES - LAN SEM FIO 802.11

Este capítulo apresenta os conceitos teóricos da tecnologia de redes sem fio para subsidiar no entendimento e nas respostas do problema exposto.

A evolução das redes de computadores proporcionada pelo avanço tecnológico das últimas décadas permitiu um aumento considerável da demanda por comunicação de dados e interligação dos dispositivos em redes. Esses dispositivos fornecem aos usuários um meio de conexão com a rede de computadores para que estes compartilhem recursos entre si.

Com o avanço da tecnologia de comunicação de dados, outros meios para interligar dispositivos e periféricos em rede foram sendo disponibilizados como alternativas aos meios convencionais de redes com fio, ou seja, dispositivos com suporte à transmissão sem fio.

Atualmente, observa-se o crescente uso da transmissão sem fio em redes de computadores além dos já existentes, como cabos coaxiais, fios de cobre, fibras óticas.

Está cada vez mais comum e presente, não só no cotidiano das pessoas, mas nas empresas, instituições educacionais, residências, meios públicos e de transportes, a utilização de dispositivos móveis portáteis genericamente denominados *wireless*, que se utilizam da transmissão sem fio. Além disso, ressalta Haykin [4], há uma tendência em substituir o cabeamento das redes convencionais com fio *Ethernet* por redes sem fio.

Ethernet é uma tecnologia LAN (*Local Area Network*) onde o fluxo de informações ocorre em um barramento linear, e também em estrela. Ela define o cabeamento e sinais elétricos para a camada física, e o formato de quadros e protocolos para a camada de controle de acesso ao meio MAC (*Media Access Control*) do modelo de referência OSI.

É a tecnologia amplamente utilizadas para prover comunicação entre dispositivos em rede, e foi padronizada pelo IEEE [2].

Assim como ocorreu com o padrão de redes locais IEEE 802.3, o IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) também estabeleceu uma hierarquia de padrões complementares para redes de computação sem fio. Entre esses padrões estão o IEEE 802.15 para redes pessoais (*Bluetooth*), o IEEE 802.11 para redes locais (LAN) e o 802.16 padrão para redes metropolitanas (MAN). [1]

Dentre os diversos padrões para redes de computação sem fio, será abordado neste trabalho o padrão LAN sem fio IEEE 802.11, pois, segundo Haykin, [4], a tecnologia de redes sem fio é uma área em franco crescimento nas redes públicas e tem se destacado nos sistemas privados de comunicações, tornando-se uma das mais importantes tecnologias de rede de acesso não só na internet, mas também em ambientes corporativos.

Considerando o acesso em ambientes corporativos, o uso de tecnologia de redes sem fio é geralmente implementado em conjunto com a Infra-estrutura de rede cabeada principal. Nessas redes é possível conectar um grupo de computadores ou dispositivos móveis portáteis, permitindo aos usuários o acesso sem fio aos recursos e serviços da rede corporativa.

Na figura 2. é ilustrada a Infra-estrutura de rede cabeada em conjunto com a rede sem fio, onde a estação base denominada *access point* assume o papel de ponte entre a rede convencional e a rede sem fio.

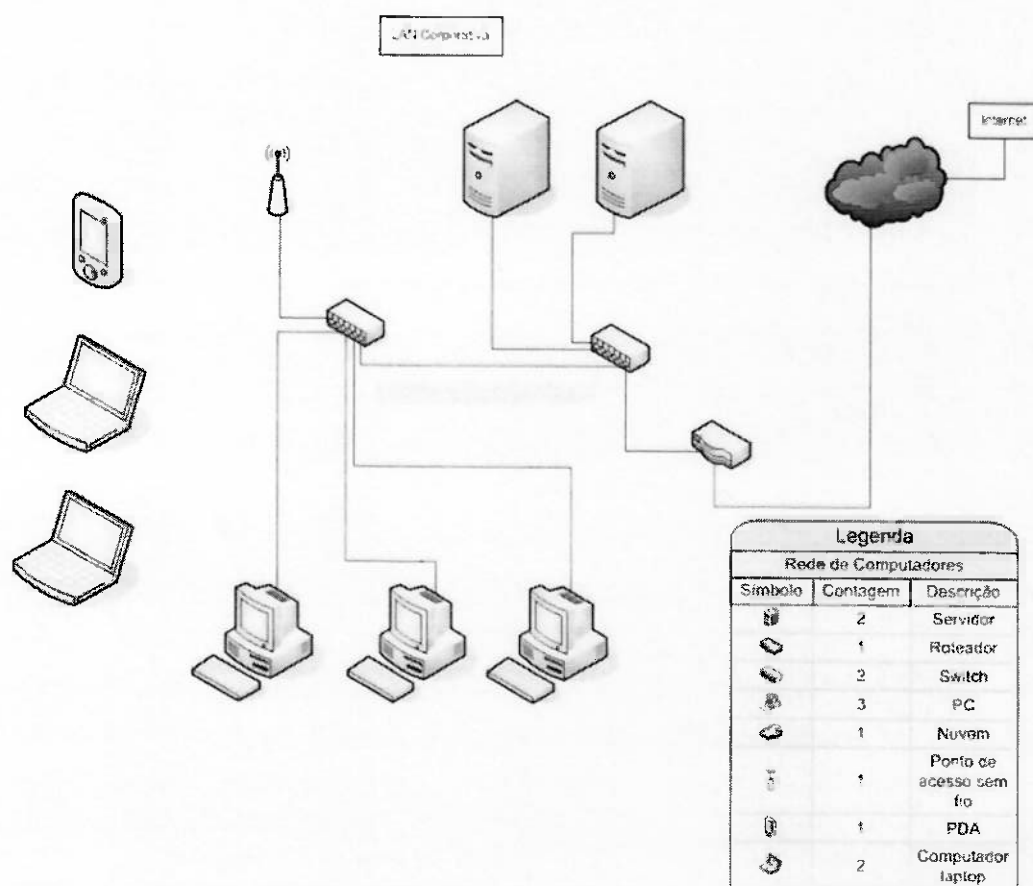


Figura 2. Rede corporativa com Infra-estrutura cabeada e sem fio
Fonte: Flickenger [3]

A tecnologia para redes locais LAN sem fio 802.11 é também genericamente denominada como *Wi-Fi*. O termo *Wi-Fi* refere-se a uma marca de certificação, desenvolvida pela *Wi-Fi Alliance*, para indicar que os produtos das LANs sem fio que recebem a certificação baseiam-se no padrão 802.11 estabelecido pelo IEEE.

A *Wi-Fi Alliance* é uma entidade responsável pelo licenciamento de produtos baseados na tecnologia IEEE 802.11, onde apenas os produtos que tenham concluído com êxito os testes do programa da *Wi-Fi Alliance* podem receber tal certificação [5].

2.1. Características de enlaces e redes sem fio

Em ambientes corporativos ou residenciais, uma rede de computadores simples cabeada funciona de modo similar, ou seja, dispositivos interconectados por meio de um cartão de interface de rede denominado placa de rede *Ethernet*, a um enlace com fio e a um equipamento central de comunicação, quer seja um hub, switch, roteador ou modem.

Fazendo analogia entre uma rede de computadores cabeada e uma LAN sem fio 802.11, nos computadores seria necessário substituir as placas de rede *Ethernet* por placas de redes sem fio e nos equipamentos de conectividade, tais como switch, substituí-los por um ponto de acesso denominado *Access Point*.

Considerando o modelo de referência OSI de divisão em camadas (aplicação, apresentação, sessão, transporte, rede, enlace, física), na camada de rede e acima dela, praticamente nenhuma mudança seria necessária para o funcionamento de uma rede LAN sem fio 802.11. Portanto, na camada dois, ou seja, na camada de enlace, ocorrerão as principais diferenças entre as redes com fio e sem fio. [6]

Kurose [6] destaca algumas diferenças importantes entre um enlace com fio e um enlace sem fio:

- Redução da força do sinal: radiações eletromagnéticas são atenuadas quando atravessam algum tipo de matéria, por exemplo, um sinal de rádio ao atravessar uma parede. O sinal dispersará mesmo ao ar livre, resultando na redução de sua força, às vezes denominada atenuação de percurso, à medida que aumenta a distância entre emissor e receptor.

- Interferência de outras fontes: várias fontes de rádio transmitindo na mesma banda de frequência sofrerão interferência uma das outras. Por exemplo, telefones sem fio de 2,4 GHz e LANs sem fio 802.11b transmitem na mesma banda de frequência. Assim, o usuário de uma LAN sem fio 802.11b que estiver se comunicando por um telefone sem fio de 2,4 GHz pode esperar que nem a rede nem o telefone funcionem particularmente bem. Além da interferência de fontes transmissoras, o ruído eletromagnético presente no ambiente, por exemplo, um motor ou um equipamento de microondas próximo pode resultar em interferência.
- Propagação multivias ou multicaminhos: ocorre quando porções da onda eletromagnética se refletem em objetos e no solo e tomam caminhos de comprimentos diferentes entre um emissor e um receptor. Isso resulta no embaralhamento do sinal recebido no destinatário. Objetos que se movimentam entre o emissor e o receptor podem fazer com que a propagação multivias mude ao longo do tempo.

Mediante as diferenças citadas, os erros de bits serão mais comuns em enlaces sem fio do que em enlaces com fio. Os protocolos de enlace sem fio são, todavia, mais aprimorados para detecção de erros e quadros corrompidos em comparação com o padrão *Ethernet*. [6]

Entretanto, taxas de erros de bits mais altas e que variam ao longo do tempo não são as únicas diferenças entre um enlace com fio e um enlace sem fio. [6]

Conceitualmente, a principal função da camada de enlace de difusão é a capacidade de suportar estratégias de acesso múltiplo ao meio. Essa característica descreve a abordagem geral para o compartilhamento dos recursos físicos entre os diferentes usuários. [4]

No caso de enlaces cabeados de difusão, muitos dispositivos estão conectados ao mesmo canal de comunicação onde recebem e transmitem as informações a todos os dispositivos da rede em um mesmo domínio de colisão. Em enlaces sem fio deve se considerar o cenário abaixo, conforme ilustra Kurose [6] na figura 2.1.

Suponha que a estação A esteja transmitindo para a estação B. Suponha também que a estação C esteja transmitindo para a estação B. O denominado problema do terminal oculto, obstruções físicas presentes no ambiente, por exemplo, uma montanha ou edifício, pode impedir que A e C escutem as transmissões de um e de outro, mesmo que as transmissões de A e C estejam interferindo no destino, B. Isso é mostrado na figura 2.1.(a). Um segundo cenário que resulta em colisões que não são detectadas no receptor é causado pelo desvanecimento da força de um sinal à medida que ele se propaga pelo meio sem fio. A figura 2.1.(b) ilustra o caso em que a localização de A e C é tal que as potências de seus sinais não são suficientes para que eles detectem as transmissões de um e de outro, mas, mesmo assim, são suficientemente fortes para interferir uma com a outra na estação B. O problema do terminal oculto e o desvanecimento tornam o acesso múltiplo em uma rede sem fio consideravelmente mais complexo do que em uma rede cabeada.

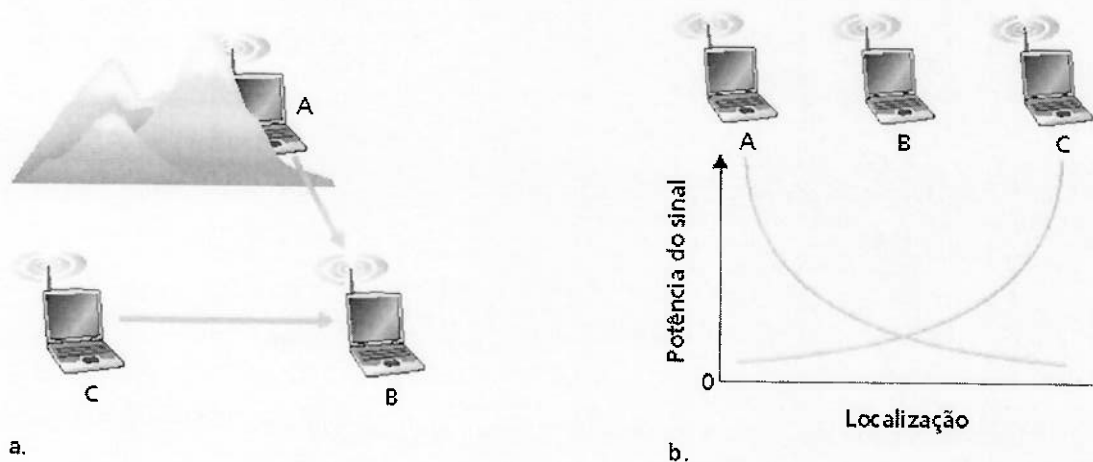


Figura 2.1. Problema do terminal oculto (a) e do desvanecimento (b)
Fonte Kurose [6]

2.2. Padrões LANs sem fio 802.11

A principal tecnologia utilizada na construção de redes sem fio de baixo custo é, atualmente, a família dos padrões 802.11. [3]

A família dos padrões 802.11 de transmissão por rádio estabelecida pelo IEEE inclui os padrões 802.11b, 802.11a, 802.11g e o mais recente padrão aprovado, 802.11n. [7]

Estes protocolos compartilham algumas características comuns, tais como: utilizam o mesmo protocolo de acesso ao meio CSMA/CA, permitem os modos de operações (*Infra-estrutura e ad-hoc*), e com um conjunto comum de protocolos, os fabricantes podem construir equipamentos inter-operáveis.

A tabela 1 apresenta um resumo das principais características desses padrões:

Padrão	Faixa de frequência	Transmissão de dados
802.11b	2.4 GHz	11 Mbps
802.11a	5 GHz	54 Mbps
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps
802.11n	2.4 GHz e/ou 5 GHz	450 Mbps

Tabela 1. Características padrões 802.11
Fonte: http://www.wi-fi.org/discover_and_learn.php

2.2.1. 802.11b

Padrão IEEE para uma rede sem fio que opera na frequência 2,4 GHz com taxas de dados até 11Mbps. Possui como características a possibilidade de estabelecer conexões nas velocidades de transmissão: 1 Mbps, 2 Mbps, 5,5 Mbps e 11 Mbps, velocidade considerada mais do que suficiente em ambientes residenciais com acesso à internet por cabo de banda larga ou DSL. Opera no intervalo de frequência entre 2.4 GHz e 2.485 GHz e é compatível com os produtos desenvolvidos para o padrão 802.11g.

2.2.2. 802.11a

Padrão IEEE para uma rede sem fio que opera na faixa de frequência de 5 GHz com taxas de dados até 54 Mbps. Sua principal característica é a possibilidade de estabelecer conexões nas velocidades de transmissão até 54 Mbps. Permite cobrir uma distância efetiva de 10 a 30 metros e opera no intervalo de frequência entre 5.1 e 5.8 GHz.

2.2.3. 802.11g

Padrão IEEE para uma rede sem fio que opera na faixa de frequência de 2.4 GHz com taxas de dados até 54 Mbps. Considerado o sucessor do padrão 802.11b devido à compatibilidade entre esses.

2.2.4. 802.11n

A geração mais atual da tecnologia Wi-Fi. 802.11n, sucessor do padrão 802.11g, suporta um esquema chamado *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO). Os dispositivos de tecnologia, o cliente e o ponto de acesso utilizam vários receptores e transmissores múltiplos para aumentar consideravelmente o desempenho. Produto designado como Wi-Fi CERTIFIED n pode operar em qualquer uma das faixas de frequências 2.4 ou 5 GHz, o que o torna compatível com os padrões anteriores 802.11 a / b / g. A tecnologia 802.11n pode oferecer taxas de dados superior a 450 Mbps.

2.3. Modos de operação padrão 802.11n

Os equipamentos 802.11n podem operar em diferentes modos, agregando benefício para a empresa quanto à preservação do investimento dos dispositivos legados [8].

- **Modo Misto:** neste modo os dispositivos do padrão 802.11n podem coexistir e interoperar com dispositivos legados dos padrões 802.11 b/g/a na mesma Infra-estrutura da rede local sem fio, o que possibilitará à empresa preservar investimentos anteriores por aquisição de equipamentos de outros padrões e permitir o acesso de visitantes que não operam no padrão 802.11n.
- **Modo Legado:** a empresa pode adquirir os dispositivos do padrão 802.11n e optar em não querer utilizá-lo de imediato. Neste modo, o *access point* se comporta como um 802.11 g/a com um melhor desempenho, devido às melhorias de camada física incorporadas no padrão 802.11n.
- **Modo 802.11n:** permite que os *access point* 802.11n sejam configurados de modo a aceitar apenas pedidos de associação de outros dispositivos 802.11n. Tal configuração preserva o melhor funcionamento destes dispositivos, pois o legado 802.11 b/g/a é de inferior desempenho. Neste modo a empresa obtém o menor impacto com referência ao desempenho, visto que atualmente a rede atual suporta a velocidade de até 100 Mbps

2.4. A arquitetura LAN sem fio 802.11

A arquitetura LAN sem fio 802.11 consiste de vários componentes que interagem entre si para fornecer uma WLAN que suporta mobilidade dos dispositivos sem fio. É baseada em uma arquitetura celular onde a área coberta pela rede é subdividida em células, denominada BSA (*Basic Service Area*). [9]

Os quatro elementos principais de uma LAN sem fio 802.11 são: *Station*, *Access point*, *Wireless medium* e *Distribution system*, ilustrado na figura 2.2. [10]

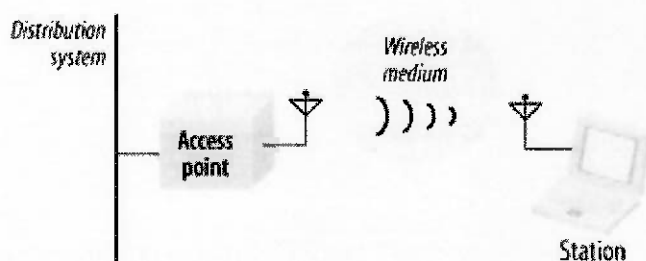


Figura 2.2. Componentes LAN sem fio 802.11

Fonte: Gast [10]

- *Station (Estação)*: são computadores ou laptops com interface de rede com suporte a transmissão sem fio;
- *Access Point (Ponto de Acesso)*: a estação-base é responsável pelo gerenciamento da transmissão, envio e recebimento de dados dos clientes da rede sem fio associados a ela dentro de uma BSS (*Basic Service Set*): Funciona como uma ponte de comunicação entre a rede sem fio e a Infra-estrutura de rede cabeada;
- *Wireless medium (Meio sem fio)*: meio para transferir dados entre as estações;

- *Distribution System (Sistema de Distribuição)*: representa uma Infra-estrutura de comunicação que interliga múltiplas BSS. Corresponde ao *backbone* da WLAN, realizando a comunicação entre os APs.

2.5. Topologia LAN sem fio 802.11

Basicamente, há três opções de topologia para se utilizar em uma LAN sem fio 802.11: [11]

- IBSS (*Independent basic service sets*);
- BSS (*Basic service sets*);
- ESS (*Extended service sets*).

Service sets (conjunto de serviços) é um agrupamento lógico de dispositivos.

IBSS (*Independent basic service sets*): consiste em um grupo de estações comunicando-se diretamente uma com a outra. Um IBSS também é denominado como uma rede *ad hoc*.

Em redes *ad hoc* os próprios dispositivos sem fio devem prover os serviços tradicionais de redes, pois não dispõem de Infra-estrutura alguma. Os equipamentos comunicam-se entre si e fazem troca de dados sem a necessidade de uma estação-base (*Access Point*) para gerenciar a rede ou distribuir os serviços. Na figura 2.3 é apresentado este modo de operação.

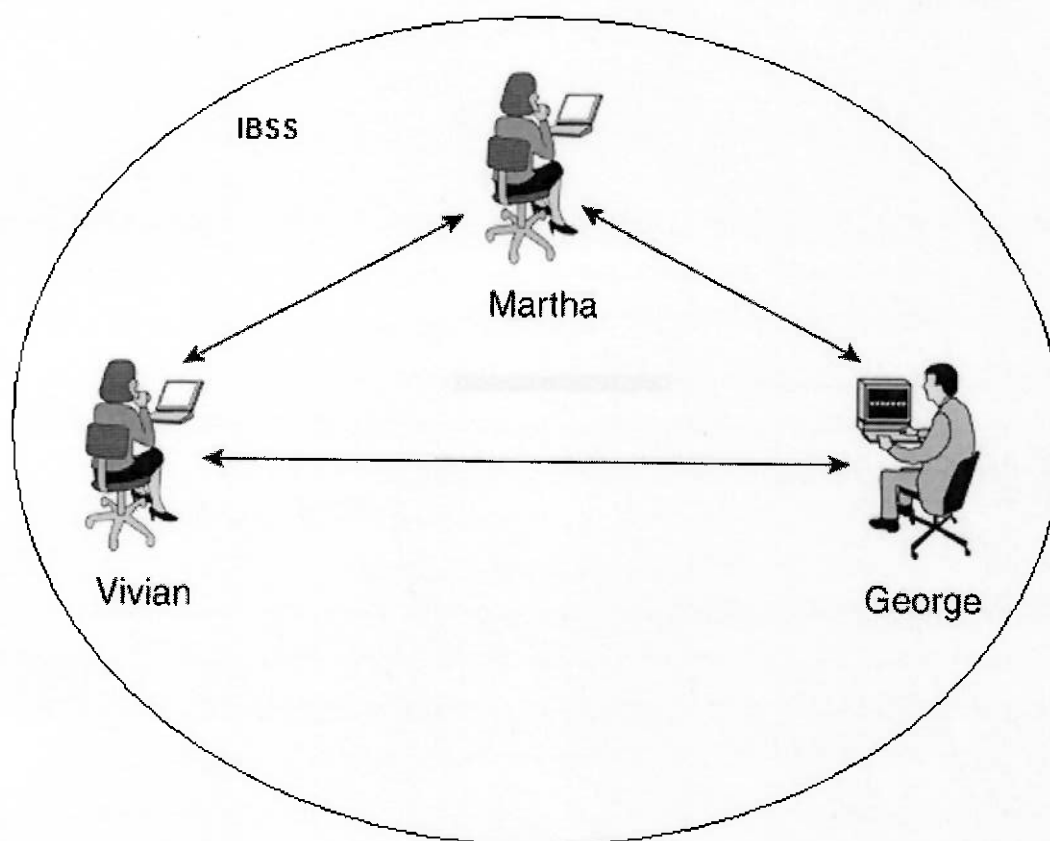


Figura 2.3. Rede ad hoc

Fonte: Roshan [11]

BSS (*Basic Service Set*): consiste em um grupo de estações comunicando-se uma com a outra através de um ponto de acesso, denominado na terminologia da 802.11, *access point* (*AP*). O AP é o ponto central da comunicação para todas as estações dentro da BSS. Uma estação cliente não se comunica diretamente com a outra estação cliente, como ocorre nas redes *ad hoc*.

Devido às características da topologia BSS, essa também é referenciada como modo de Infra-estrutura.

O modo de Infra-estrutura é caracterizado quando os dispositivos sem fio estão associados a uma estação-base, mais conhecidos como ponto-de-acesso, formando uma topologia em estrela.

Os serviços tradicionais de rede, tais como resolução de nomes, endereçamento de rede e roteamento são fornecidos pela Infra-estrutura de rede principal para os dispositivos que estiverem na área de cobertura da estação-base.

A figura 2.4. ilustra como os equipamentos sem fio, através da estação-base, se comunicam com os demais dispositivos ou com a rede cabeada.

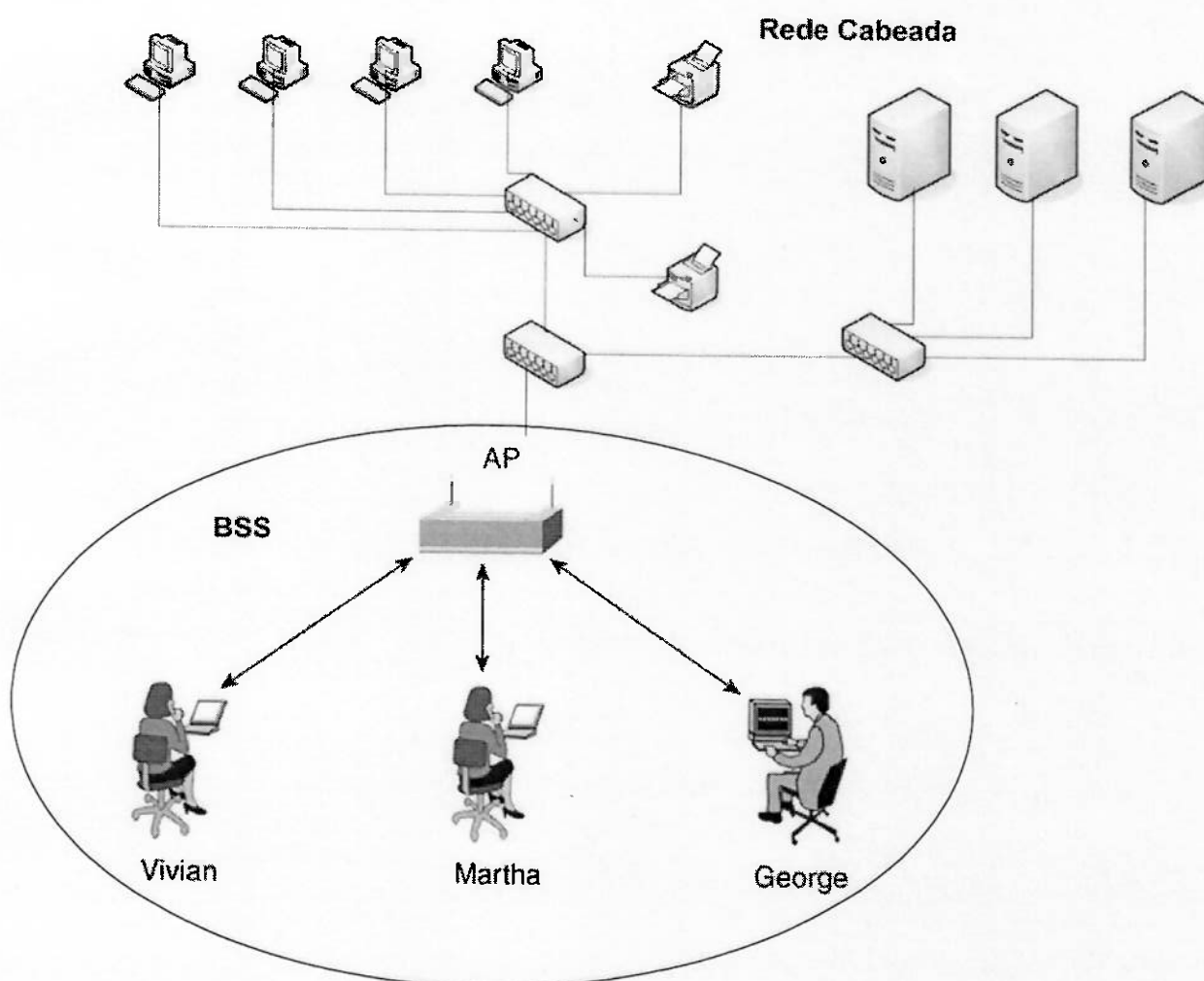


Figura 2.4. Modo de Infra-estrutura
Fonte: Roshan [11]

ESS (*Extended Service Set*): Conjunto de múltiplas BSS interligadas por um sistema de distribuição (DS).

A figura 2.5. ilustra uma aplicação prática de um ESS.

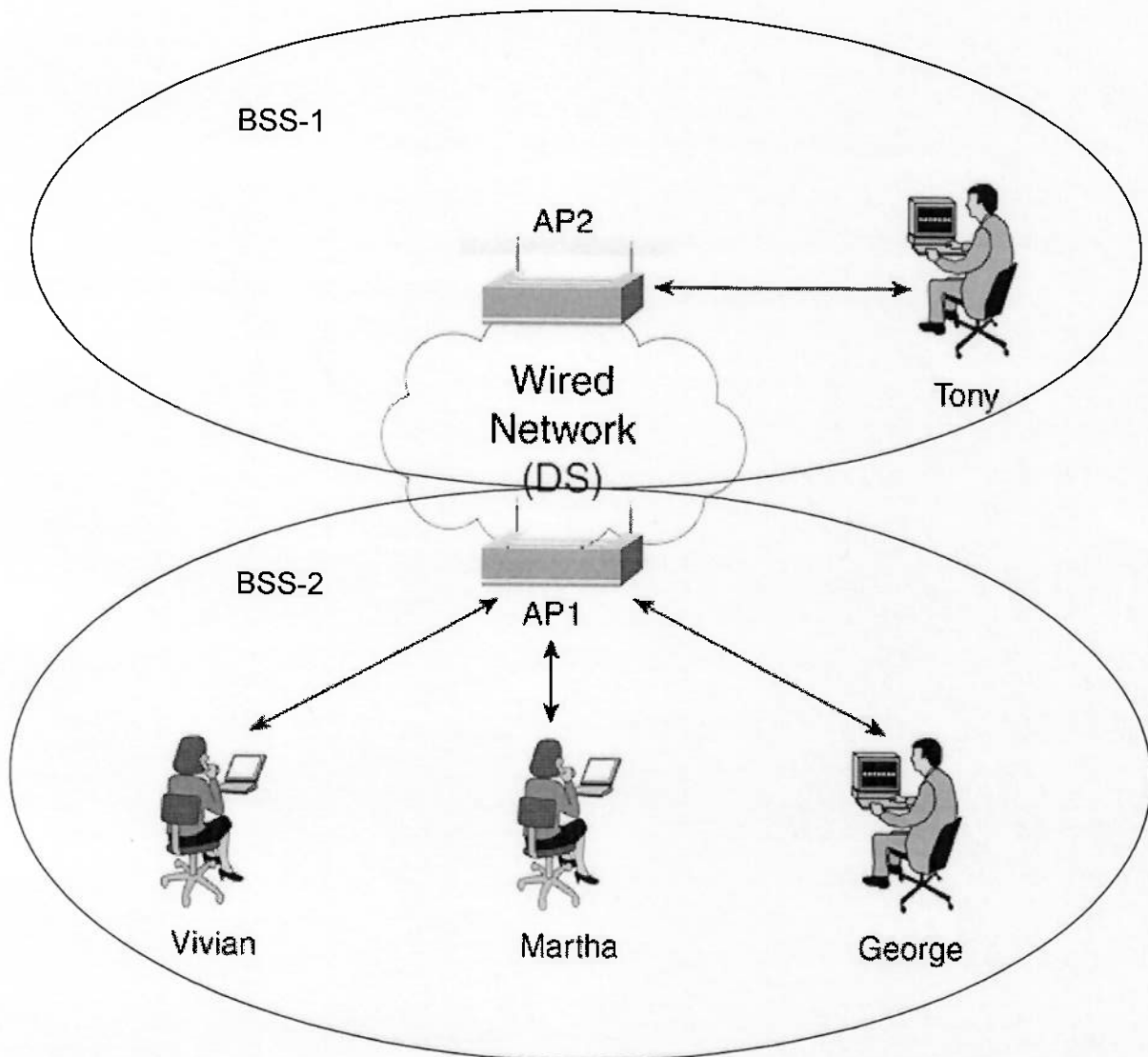


Figura 2.5. Infra-estrututa ESS

Fonte: Roshan [11]

2.6. Funcionamento das LANs sem fio 802.11

Em uma rede sem fio, assim como ocorre nas redes *Ethernet*, antes que os computadores possam trocar informações ou obter o acesso à Internet, as camadas um (física) e dois (enlace) do modelo de referência OSI precisam estar conectadas. Sem a conexão ao enlace local da rede, os dispositivos de rede sem fio não poderão comunicar-se e rotear pacotes.

Para prover conectividade física, os dispositivos sem fio devem operar na mesma porção do espectro de rádio, ou seja, dispositivos 802.11a irão se comunicar com os dispositivos 802.11a em uma frequência próxima a 5 GHz [3].

Entretanto, um dispositivo 802.11a não irá se comunicar com os dispositivos dos padrões 802.11b / g, pois utilizam faixas de frequências diferentes, 2.4 GHz. No padrão 802.11n há dispositivos do tipo *dual* rádio. Esses dispositivos possuem um rádio *dual* com recursos que permitem a comunicação e funcionamento simultâneo com rádios dos padrões 802.11b/g e 802.11a.

Além da frequência, se faz necessário que cada dispositivo sem fio que opere no modo infra-estrutura também esteja associado a uma estação-base (*access point*) antes de poder enviar ou receber quadros 802.11 contendo dados da camada de rede.

Os *access points* (AP) funcionam de modo similar aos dispositivos de conectividade de uma rede convencional com fio, *switch* ou *hub*. Funcionam como transmissores de rádio transferindo os dados dos dispositivos sem fio associado ao AP para a Infra-estrutura da rede principal.

Em comparação com uma LAN, os *access points* substituem os *switchs* e *hubs*, e as ondas de rádio substituem os cabos.

Ao instalar um *access point*, um administrador de rede designa ao AP um nome de rede exclusivo, denominado identificador de conjunto de serviços (*Service Set Identifier – SSID*).

O SSID é um parâmetro configurado no *access point* e nos dispositivos clientes sem fio para identificação da rede a ser utilizada.

Além do nome de rede exclusivo para SSID, o administrador de rede também deve designar um número de canal de rádio ao *access point*.

Para entender números de canais de rádio, Flickenger [3] exemplifica as redes do padrão 802.11b. O espectro eletromagnético é dividido em pedaços uniformemente distribuídos dentro da banda de 2,4 GHz como canais individuais.

Ondas eletromagnéticas existem em uma ampla variação de frequências (e, da mesma maneira, de comprimentos de onda). Esta variação de frequências e comprimentos de onda é chamada de espectro eletromagnético. [3]

Nota-se, conforme ilustrado na figura 2.6., que cada canal de rádio tem a largura de 22 MHz, mas estão apenas separados por 5 MHz. Isto significa que existe intersecção entre canais adjacentes onde um canal de rádio pode interferir com o outro.

O conjunto de canais 1, 6 e 11 é o único conjunto de três canais não sobrepostos, conforme ilustrado na figura 2.6.

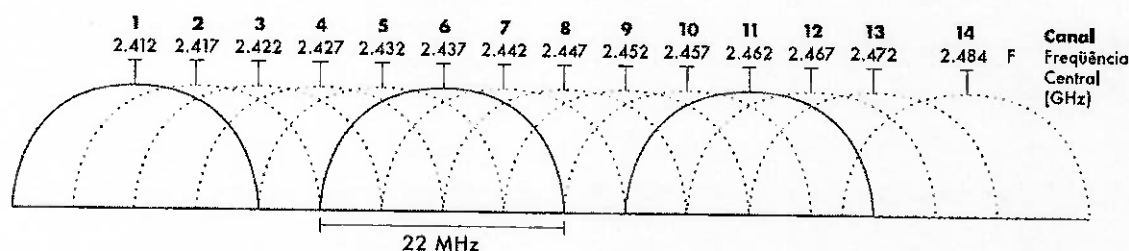


Figura 2.6: Canais e frequências centrais para o 802.11b.
Fonte Flickenger [3]

Considerando o modo de operação de Infra-estrutura, os dispositivos de rede sem fio 802.11 necessitam primeiramente identificar, na rede sem fio, os APs disponíveis dentro da sua área de cobertura, antes de utilizarem os recursos da rede. Isso é feito através da monitoração dos quadros de "anúncio" vindos dos *access points*.

Portanto os dispositivos sem fio requerem que um *access points* envie periodicamente quadros de sinalização, dentro da sua área de cobertura, cada qual incluindo o SSID e o endereço MAC do AP.

Os dispositivos sem fio, ao identificar os anúncios dos quadros de sinalização vindos dos APs fazem uma varredura dos canais disponíveis e então iniciam um processo de autenticação com o *access point*.

Não ocorrendo problemas no processo de autenticação, o dispositivo sem fio é associado ao AP correspondente e posteriormente enviará uma mensagem de descoberta DHCP à sub-rede na qual o AP está conectado. A partir daí, o dispositivo sem fio obtém um endereço IP enviado pelo servidor de DHCP da rede e pode transmitir e receber dados para outros dispositivos.

Lembrando que no modo infra-estrutura, para que o dispositivo sem fio possa alcançar outro computador ou a infra-estrutura da rede cabeada, todo o tráfego de comunicação, necessariamente, passará pelo *access point* ao qual o dispositivo estiver associado.

No modo de operação infra-estrutura, para cada *access point* geralmente existem diversos dispositivos sem fio associados a ele. Nesse cenário, caso os dispositivos desejarem transmitir dados pela rede ou a outros computadores, possivelmente ocorrerão colisões, pois estarão compartilhando o mesmo canal de comunicação. Portanto será preciso, assim como ocorre nas redes *Ethernet*, um protocolo de acesso múltiplo para coordenar as transmissões dos dispositivos sem fio.

Inspirados pelo sucesso das redes *Ethernet* e seu protocolo de acesso aleatório CDMA, os projetistas dos padrões 802.11 escolheram um protocolo de acesso aleatório para LANs sem fio 802.11. Esse protocolo de acesso aleatório é denominado, CSMA com prevenção de colisão ou, CSMA/CA [6].

3. O GRUPO TEJOFRAN

Neste capítulo é apresentada a empresa em questão para o estudo proposto, sua estrutura organizacional, a Infra-estrutura de Tecnologia de Informação e também a formulação do problema que se pretende resolver.

3.1. A Empresa Tejofran

O Grupo Tejofran atua há mais de 50 anos no mercado, controlado por uma sociedade familiar. Fundada em 1957, a empresa já enxergava estrategicamente uma nova tendência no mercado dos negócios, isto é, a terceirização.

Na definição de Lívio Giosa [12], terceirização é um processo de gestão, pelo qual empresas transferem algumas atividades, que não são seu foco principal, criando relação de parcerias em que as metas são estabelecidas para os terceiros, como melhoria da qualidade de produtos ou serviços, preço, prazo e inovação tecnológica.

Com o passar dos anos, a Tejofran especializou-se na área de prestação de serviços e conquistou experiência em diversos serviços no mercado público e privado, recebendo prêmios e certificações de destaque:

- **Limpeza e Multiserviços:** em 2004 recebeu a certificação ISO 9001:2000 na área Limpeza Convencional na execução dos serviços de higienização e limpeza;
- **Segurança:** Power, empresa pertencente ao Grupo Tejofran, é certificada ISO 9001:2000 desde 1999 no escopo Sistema Integrado de Segurança;

- **Energia:** certificação ISO 9001:2000 desde 1990 nos serviços de coleta de dados de consumo de água, energia elétrica e gás com ou sem emissão simultânea de conta, atendimento a clientes e entrega de contas;
- **Certificação CRS:** A Empresa Power recebe o Certificado de Regularidade em Segurança entregue pela BRTUV e reconhecido pelo SESVESP.

Atualmente conta com sete unidades de negócios que compõem sua estrutura empresarial: limpeza e multisserviços, segurança patrimonial, saneamento, ferrovias, energia e meio ambiente.

A experiência do Grupo Tejofran possibilita a atuação da empresa com um quadro operacional reduzido, sem haver diminuição na qualidade da cobertura dos serviços.

Ao contratar o Grupo como o prestador de serviços, o cliente mantém o seu foco voltado apenas em sua atividade principal, sendo de responsabilidade da Tejofran a manutenção e operação das demais atividades contratadas, como também a contínua melhoria dos serviços prestados.

3.2. Trajetória da empresa em inovação

O crescimento da estrutura empresarial só foi possível devido ao investimento contínuo no desenvolvimento organizacional, materializado pelo processo de planejamento estratégico e valorização do capital humano, e em novas tecnologias.

Em meados do ano 2000, a empresa apresentou um movimento tecnológico que proporcionou às unidades de negócios inovarem o catálogo de serviços oferecidos aos clientes.

Este movimento retrata uma empresa que atuava de uma determinada forma quando adotou uma nova postura, completamente diferente, após o ano 2000. Uma das principais mudanças desta época foi a aquisição do seu primeiro sistema de gestão empresarial (ERP) com intuito de melhorar os controles na área financeira.

Isto fez com que houvesse uma profissionalização ainda maior, principalmente na área de tecnologia. No mesmo período ocorreu também a criação da área de TI.

3.3. A Área de Infra-estrutura de TI

A área de TI do Grupo Tejofran é desmembrada em duas áreas, sendo uma área de Desenvolvimento e Manutenção de Sistemas e a outra a área de Infra-estrutura de Tecnologia e Suporte.

A área de Infra-estrutura de Tecnologia e Suporte do Grupo Tejofran tem por objetivo manter em funcionamento e disponíveis os recursos tecnológicos às suas unidades de negócio e aos respectivos colaboradores. Esta é formada atualmente por um Coordenador de Equipe e Projetos, quatro Analistas de Suporte e um Assistente de TI.

3.4. Recursos tecnológicos de Infra-estrutura de TI

Conforme mencionado no capítulo 01, a Infra-estrutura de TI provê a fundação ou plataforma de hardware e software sobre o qual a empresa pode montar seus sistemas de informação.

Segundo Laudon [1], a Infra-estrutura de TI de uma empresa compõe-se por cinco elementos principais:

- **Hardware:** consiste na tecnologia para processamento computacional, armazenamento, entrada e saída de dados. Esse componente inclui grandes mainframes, servidores, computadores de médio porte, computadores pessoais e laptop, assistentes digitais pessoais (PDAs) de mão e dispositivos móveis que dão acesso a dados corporativos e à Internet. Inclui, também, equipamentos para reunir e registrar dados, meios físicos para armazenar os dados e dispositivos para a saída da informação processada;
- **Software:** abrange softwares de sistema e softwares aplicativos. Software de sistemas administra os recursos e atividades do computador. Software aplicativos inclui programas que auxiliam o usuário a realizar tarefas específicas;
- **Tecnologia de gerenciamento de dados:** software especializado para organizar, gerenciar, processar e disponibilizar os dados organizacionais para os usuários;
- **Tecnologia de rede e telecomunicações:** composta por dispositivos físicos e softwares, interliga os diversos equipamentos de computação e transfere dados de uma localização física para outra. Equipamentos de computação e comunicação podem se conectados em rede para compartilhar voz, dados, imagens, som e vídeo. Uma rede liga dois ou mais computadores para compartilhamento de dados ou recursos. Inclui tecnologia para operar as redes internas da empresa, serviços prestados por companhias telefônicas ou de telecomunicações, e tecnologia para operar sites e conectar-se com outros sistemas computacionais por meio da internet;
- **Serviços de tecnologia:** profissionais especializados para operar e administrar os recursos de Infra-estrutura descritos acima.

3.5. Distribuição dos Recursos tecnológicos de Infra-estrutura de TI

Atualmente a distribuição física dos recursos tecnológicos do Grupo Tejofran se divide entre dois prédios principais; Administrativo e Operacional.

O prédio Administrativo é considerado o principal no ambiente de rede da empresa, pois é o ponto de entrada dos links de comunicação, e em seu *data center* estão localizados os principais servidores que atendem as áreas de negócios.

Por *data center*, define-se como sendo um local onde se concentra os servidores e sistemas que provê recursos de armazenamento e processamento de dados em larga escala.

Atualmente a tecnologia utilizada neste ambiente de rede é a *Ethernet*, onde o fluxo de informações ocorre em um barramento linear, e também em estrela.

Na figura 3. é apresentado um diagrama de rede que descreve a topologia física da Infra-estrutura de TI da empresa, como os dispositivos estão conectados e a topologia lógica, como os dados fluem nos meios. O equipamento central é responsável pela distribuição ou repetição dos sinais que circulam no meio físico.

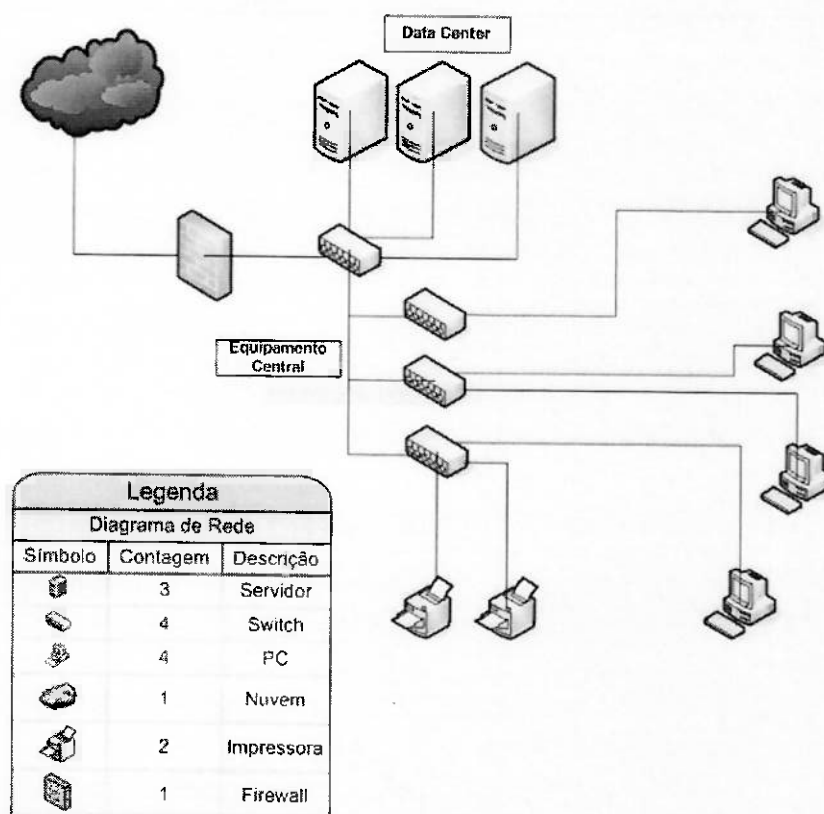


Figura 3. Diagrama de Rede do Grupo Tejofran

3.6. Característica do Imóvel – Data Center principal.

Uma das características do prédio Administrativo é sua classificação como imóvel de patrimônio tombado, o que implica em restrições quanto a eventuais necessidades de mudanças no imóvel que venham a descaracterizá-lo.

Segundo o Departamento do Patrimônio Histórico (Prefeitura de São Paulo) [13], tombamento significa um conjunto de ações realizadas pelo poder público com o objetivo de preservar, através da aplicação de legislação específica, bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e também de valor afetivo para a população, impedindo que venham a ser destruídos ou descaracterizados.

O Tombamento pode ser aplicado a bens móveis e imóveis de interesse cultural ou ambiental, quais sejam: fotografias, livros, mobiliários, utensílios, obras de arte, edifícios, ruas, praças, cidades, regiões, florestas, cascatas, etc. Somente é aplicado a bens materiais de interesse para a preservação da memória coletiva.

O Tombamento não altera a propriedade de um bem; apenas proíbe que venha a ser destruído ou descaracterizado.

Toda e qualquer obra deverá ser previamente aprovada pelo CONPRES. Essa aprovação depende do nível de preservação do bem e está sempre vinculada à obrigatoriedade de serem mantidas as características que justificaram o Tombamento. O descumprimento das obrigações previstas pelas Leis Nº 10. 032 e Nº 10.236, sujeitará o proprietário à aplicação das seguintes sanções conforme a natureza da infração:

1. Destruição, demolição ou mutilação do bem tombado: multa no valor correspondente a no mínimo 1 (uma) e no máximo 10 (dez) vezes o respectivo valor venal;
2. Reforma, reparação, pintura, restauração ou alteração, por qualquer forma, sem prévia autorização: multa no valor correspondente a no mínimo 10 (dez) e no máximo 100% do valor venal;
3. Não observância de normas estabelecidas para os bens da área de entorno: multa no valor correspondente a no mínimo 10 (dez) e no máximo 50% do valor venal;
4. Além destas sanções, o proprietário também fica obrigado a reconstruir ou restaurar o bem tombado às suas custas e de conformidade com as diretrizes traçadas pelo DPH. Haverá ainda uma multa de 1% do valor venal, por dia, até o início da reconstrução ou restauração do bem imóvel.

3.7. Cenário atual, restrições de alterações de layout na Infra-estrutura de TI

Atualmente, no imóvel principal há 90 (noventa) pontos de conexões para os dispositivos de rede, distribuídos entre dois andares. No piso térreo encontra-se o *data center*, área central, onde ficam os servidores, switches, roteadores, e de onde se origina a distribuição do cabeamento de rede.

No piso térreo não há piso elevado para a melhor distribuição do cabeamento, sendo necessário o uso de canaletas, dutos e em alguns casos os meios utilizados não podem ser embutidos nas paredes devido às restrições do imóvel.

No andar superior o ambiente físico possui características similares ao piso térreo, com o agravante do forro que não possui estrutura adequada para suportar as calhas e materiais de fixação apropriados para o cabeamento de rede.

Devido às restrições do ambiente físico é possível encontrar, em algumas situações, o cabeamento de rede concorrendo no mesmo espaço físico com o cabeamento elétrico, prática não recomendada.

Há departamentos que são divididos por divisórias baixas e modulares, o que possibilita o aproveitamento do cabeamento existente em caso de alteração de *layout*. Todavia, há áreas instaladas em salas isoladas onde o cabeamento é terminado em uma tomada permitindo pouca flexibilidade de mudanças.

Devido à dinâmica e características do negócio da empresa, é comum, ao longo do ano, a necessidade de adição de novos pontos de rede, alteração de *layout* nos departamentos ou até a mudança de uma área inteira.

Embora alterações de *layout* e adição de novos pontos de rede sejam bastante comuns em empresas que utilizam a tecnologia de rede cabeada, deve-se considerar alguns pontos limitantes, como por exemplo:

- a movimentação do computador é limitada pelo alcance do cabo ao ponto de conectividade da rede;
- ambientes com vários computadores podem restringir ou exigir adaptações na estrutura do imóvel para a passagem do cabeamento;
- pode ser necessário efetuar furos na parede para atender novos pontos de conectividade;
- o manuseio constante ou incorreto no cabeamento pode danificar o conector do cabo.

Há mudanças de *layout* físico nas áreas em que se faz necessário interromper as atividades dos usuários na sexta-feira após as 13:00 hrs., para retirada de todos os equipamentos do departamento. Posteriormente à liberação do local, o setor de Manutenção procede com a reforma durante o final de semana, sábado e domingo. Na segunda-feira a área de TI desloca um técnico para auxiliar os usuários na conexão dos equipamentos de tecnologia.

Atualmente a área de Informática/Infra-estrutura de Tecnologia e Suporte é subordinada, no organograma da empresa, à mesma diretoria da área de Logística/Manutenção, sendo essa responsável pela manutenção e passagem do cabeamento de rede.

Na figura 3.1. é apresentado um organograma parcial da empresa com a localização da área de Informática e Manutenção.

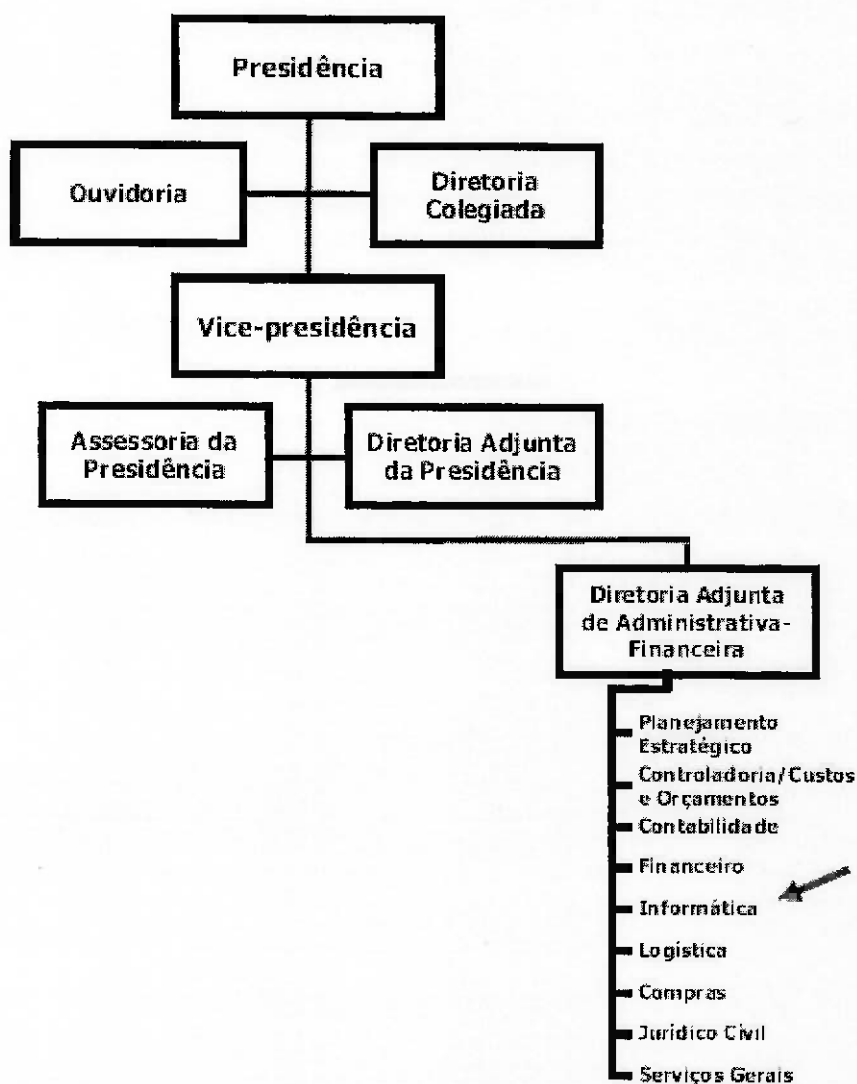


Figura 3.1. Organograma específica Diretoria Adj. Adm. Financeira

Devido às áreas de Informática e Logística estarem subordinadas à mesma Diretoria no Organograma, é estabelecido uma relação de parceria, entre essas, com o objetivo de prover o melhor atendimento às áreas de negócio e aos colaboradores do Grupo.

No caso de ocorrer alguma falha de comunicação na rede por problemas relacionados ao cabeamento, entre a estação de trabalho do usuário e a rede cabeada, a área de TI reportará o problema para o setor responsável, que no caso, é a área de Manutenção. E até que o problema seja resolvido, as atividades do usuário estarão prejudicadas devido à impossibilidade de acesso aos recursos tecnológicos providos pela área de Infra-estrutura de TI.

Portanto, a indisponibilidade de acesso aos recursos tecnológicos providos pela área de TI poderá impactar diretamente nos resultados e metas das unidades de negócio e, conseqüentemente, afetar os objetivos organizacionais da corporação, pois as empresas dependem do bom funcionamento da Infra-estrutura de TI.

4. ESTUDO NA TEJOFRAN

O objetivo deste capítulo é apresentar um estudo de viabilidade técnica para implantação da tecnologia de redes sem fio em uma empresa que está instalada em um imóvel de patrimônio tombado. O estudo apresenta a implantação de redes sem fio como alternativa de solução para o problema da dificuldade de efetuar mudanças no *layout* físico da sua Infra-estrutura de TI.

4.1. Definição da Topologia da rede

O modo de operação sugerido para a implementação da rede sem fio é o modo de operação de infra-estrutura (ver seção 2.4) onde a rede sem fio será integrada à Infra-estrutura da rede principal.

Neste modelo de Infra-estrutura serão utilizados *access points* para formar uma topologia em estrela junto com a rede cabeada, pois nesse modo de operação a rede sem fio utilizará os recursos de rede tais como, resolução de nomes e entrega de endereços IP oferecidos pela Infra-estrutura da rede principal.

Outra vantagem na escolha do modo de operação Infra-estrutura é que os dispositivos sem fio não precisam estar ligados para que outros consigam conexão à rede, como ocorre no modo de operação ad-hoc.

Para o escopo de implementação da rede sem fio não será considerado o *data center*, pois este permanecerá com a Infra-estrutura da rede principal, devido às características de funcionamento dos equipamentos contido nesta área.

Escolhido o modo de operação da tecnologia de redes sem fio, o próximo passo será definir dentre os diversos padrões da família 802.11 qual o padrão que será aderente a Infra-estrutura de rede da empresa.

4.2. Definição do padrão 802.11

Dentre os diversos padrões de tecnologia de redes sem fio estabelecido pelo IEEE para aplicações em WLAN (*Wide Local Area Network*), se destacam os padrões 802.11a, 802.11b, 802.11g e o mais recente padrão aprovado 802.11n que traz significativas melhorias e ganhos de desempenho para aplicações que se utilizam da tecnologia *Ethernet* [8].

Atualmente, a tecnologia de rede utilizada na empresa é a *Ethernet* que suporta a velocidade de até 100 Mbps nos equipamentos de conectividade da rede (switch) e nas estações de trabalho dos usuários (interface de rede). Portanto o fator desempenho torna-se um dos itens de relevância na escolha do padrão de tecnologia de redes sem fio.

Considerando as familiaridades e características (ver seção 2.2) dos atuais padrões da família 802.11 para aplicações em WLANs, será definido o padrão 802.11n como alternativa de implantação na Infra-estrutura da rede principal pelos motivos descritos nas seções abaixo.

4.3. Seleção da frequência de banda

Atualmente na empresa, o uso da tecnologia de rede sem fio é restrito e limitado apenas na principal sala de reunião para prover o acesso de terceiros à rede convencional. O padrão utilizado para cobertura dessa sala é o 802.11g, pois na ocasião da adoção da rede sem fio o padrão 802.11n ainda não havia sido homologado.

No caso da implantação da tecnologia de rede sem fio na empresa, será possível optar de imediato pelo uso do padrão LAN sem fio 802.11n, pois se trata de uma implantação partindo do zero, ou seja, todos os computadores da rede serão adaptados para o uso da rede sem fio, não sendo necessário manter outros padrões da família 802.11 em funcionamento.

Com referência a frequência de banda é possível decidir em qual frequência utilizar por se tratar de uma implantação partindo do zero. Nesse caso a empresa poderá optar pela frequência de banda de 2.4 GHz, porém utilizando o padrão LAN sem fio 802.11n, pois em geral os produtos de mercado de tecnologia de redes sem fio oferecem mais facilmente suporte à faixa de frequência de banda de 2.4 GHz.

4.4. Definição do modo de operação

Os equipamentos do padrão LAN sem fio 802.11n podem operar em diferentes modos de operação, conforme descritos na seção 2.3.

Para a empresa o modo de operação sugerido é o modo 802.11n. Nesta configuração são preservados os recursos e funcionalidades desse padrão permitindo apenas pedidos de associação de outros dispositivos sem fio no modo 802.11n, pois o legado 802.11 b/g/a é de inferior desempenho.

Neste modo a empresa obtém o menor impacto com referência ao desempenho, visto que atualmente a infra-estrutura da rede da empresa suporta a velocidade de até 100 Mbps.

4.5. Adaptação das estações de trabalho para uso da rede sem fio.

Para que os computadores pertencentes a uma Infra-estrutura de rede convencional com fio possam utilizar a rede sem fio e compartilhar recursos uns com os outros, tais equipamentos precisam ter suporte a essa tecnologia. Portanto, a adaptação das estações de trabalhos para uso de tecnologia sem fio se dará da seguinte forma:

- **Laptops:** atualmente, ao adquirir um laptop o suporte à tecnologia sem fio já está integrado ao produto, mas é possível encontrar equipamentos nos quais é necessário adicionar um cartão PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) para prover o acesso à rede sem fio. Mesmo com a alternativa do uso do cartão de rede PCMCIA a opção mais simples é utilizar uma interface de rede USB (*Universal Serial Bus*) de rádio que se conecta a uma porta USB no equipamento.
- **Estação de trabalho (Desktop):** há algumas maneiras de incluir uma estação de trabalho para suporte a tecnologia de rede sem fio. Diferentemente dos laptops, as estações de trabalho não oferecem *slots* para cartão PCMCIA. Nesse caso o método mais simples é também utilizar uma interface de rede USB (*Universal Serial Bus*) de rádio que se conecta a uma porta USB do computador.

No caso da estação de trabalho não possuir porta USB disponível, será necessário instalar uma placa de rede PCI (*Peripheral Component Interconnect*). Isto requer que na placa-mãe do computador deva ter slot PCI disponíveis para adição de uma nova placa de rede *wireless*.

Atualmente, o parque computacional na empresa está constituído por computadores inferiores a cinco anos de uso, e em sua grande maioria a plataforma instalada é o sistema operacional *Windows XP*. Portanto, para esses equipamentos haverá o suporte necessário para o uso de tecnologia de redes sem fio do padrão

802.11n, quer seja por uso de porta USB, ou quanto à compatibilidade do sistema operacional a essa tecnologia.

4.6. Determinação do número de *access points*

Para estimar o número de APs necessários por uma determinada área de cobertura, é recomendado conhecer o tráfego demandado por cada usuário dentro da área de cobertura do AP, ou seja, identificar o *throughput* (taxa de transferência), que é a quantidade de dados transferidos de um ponto da rede a outro por um determinado período de tempo e assim determinar o tráfego gerado entre as partes envolvidas.

A fim de se obter o *throughput* atual da Infra-estrutura da rede principal para auxiliar no dimensionamento do número de *access points*, foi considerado como referência a aplicação de negócio da empresa.

Através da ferramenta Console de Gerenciamento do Servidor disponibilizada pelo sistema operacional *Windows Enterprise Server* 2003, onde está instalada a aplicação de negócio foi monitorada em um intervalo de trinta minutos a quantidade de dados transferidos pela rede e o número de usuários simultâneos conectados à aplicação de negócio, onde obteve-se o seguinte resultado:

Número de bytes /s = (1284096 bytes / 1000) = 1284 KB /s

Número médio de usuários simultâneos = 67

Throughput médio por usuário (1284 / 67) = 19 KB /s

Access point throughput de 802.11n = 100 Mbps = 12500 KB/s

Números de APs =
$$\frac{\text{nr. médio de usuários} * \text{throughput médio}}{\text{access point throughput}}$$

Números de APs = (67 * 19) / 12500 = 0,1

No caso do uso dos *access points* 802.11n com um *throughput* máximo de 100 Mbps limitado pela porta do switch da rede principal, seria necessário apenas um AP para atendimento dos 67 usuários com um *throughput* médio de 19 Kb.

Entretanto, utilizar um *access point* não seria o mais recomendado, pois em caso de ocorrer alguma falha no AP todos os dispositivos sem fio associados ao AP perderiam o acesso à Infra-estrutura da rede principal e, conseqüentemente, aos recursos tecnológicos providos pela área de TI.

Conhecer apenas o tráfego demandado por cada usuário dentro da área de cobertura do AP, não é o suficiente para determinar o número de *access points*, devido a outras restrições impostas pelo imóvel e o ambiente da rede principal que interferem na propagação do sinal de rádio dentro da área de cobertura do *access point*.

Outro fator importante a considerar será as dimensões do imóvel, pois o local escolhido para o posicionamento do *access point* deve permitir a cobertura da rede sem fio ao dispositivo de maior distância do ponto central. Atualmente o imóvel dispõe de uma área construída de 1000 M2 com um total de noventa computadores distribuídos entre o piso térreo e o andar superior.

Devido às características do imóvel há outros itens capazes de obstruir a propagação do sinal de rádio. O sistema de refrigeração no imóvel não é centralizado, ou seja, há departamentos que possuem mais de um ar-condicionado que pode aumentar a interferência elétrica. Há também paredes espessas que contribuem ainda mais para obstrução ou dispersão do sinal de rádio.

Portanto, as restrições impostas pelo imóvel interferem no número e posicionamento dos *access points*.

Para o cenário acima exposto, uma das opções recomendadas é utilizar uma técnica denominada *Site Survey* que auxilia no planejamento e dimensionamento dos *access points* necessários para a área de cobertura desejada [14].

Segundo BULHMAN [14], *site survey* é a realização de inspeção técnica nos locais onde serão instalados os equipamentos de rádio frequência da rede sem fio. Este levantamento tem a finalidade de dimensionar a área e identificar o local mais apropriado para a instalação do(s) AP(s), a quantidade de células e de pontos de acesso necessários para que as estações clientes tenham qualidade de sinal aceitável de recepção, acesso à rede e utilizar aplicações e recursos de modo compartilhado.

Estes levantamentos devem ser realizados tanto nos ambientes internos (*indoor*) como nos ambientes externos (*outdoor*).

5. REQUISITOS DE DESEMPENHO DE UMA APLICAÇÃO CRÍTICA DE NEGÓCIO

Neste capítulo são apresentados os requisitos de desempenho de uma das aplicações críticas de negócios da empresa, e se tais requisitos serão atendidos pela tecnologia de redes sem fio.

O Sistema de gestão empresarial utilizado atualmente na empresa, para atendimento das unidades de negócios é o ERP (*Enterprise Resource Planning*) *Oracle PeopleSoft Enterprise*.

A arquitetura do ERP proporciona aos colaboradores da empresa o acesso aos módulos do sistema através de um navegador *web*. A figura 5 ilustra as partes envolvidas no desenvolvimento da arquitetura do sistema ERP *PeopleSoft* com os seguintes componentes:

- *Web browser*: representa o lado usuário para acesso à aplicação;
- *Web Server*: conecta a estação de trabalho do usuário ao servidor de aplicação;
- *Application Server*: através do servidor web, permite a comunicação entre o usuário e o banco de dados;
- *Database Server*: área de armazenamento das bases de dados;
- *Batch Server*: executar processos em lote.

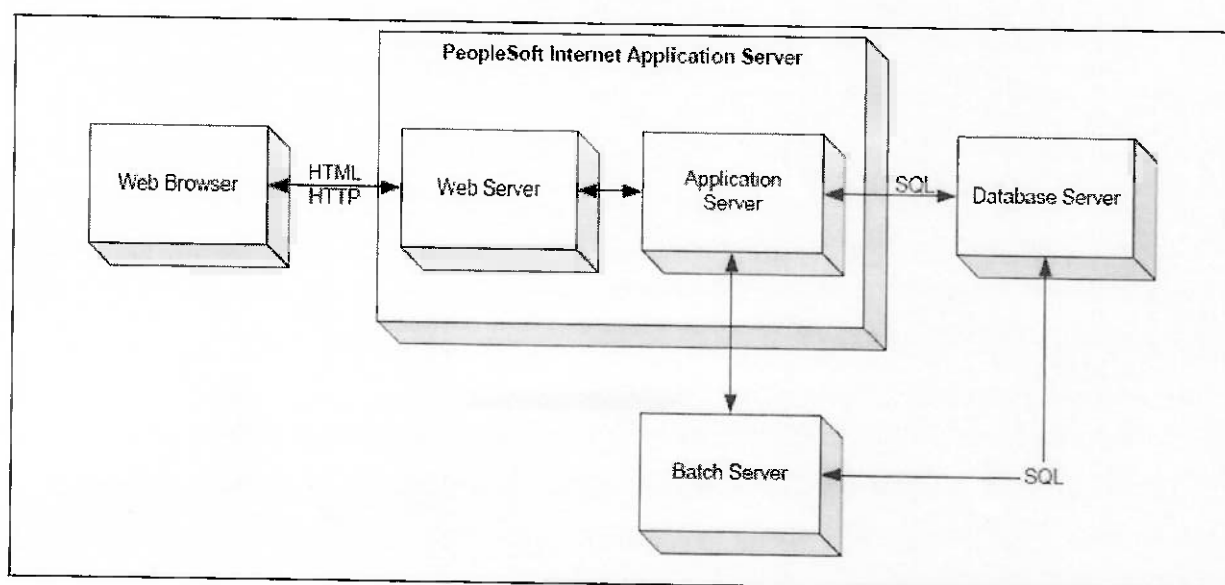


Figura 5. PeopleSoft Pure Internet Architecture
Fonte: Oracle [15]

Conforme ilustrado na figura 5, o usuário final só precisa de um navegador *web* para obter o acesso ao sistema ERP. Não há necessidade de qualquer conectividade diretamente com o banco de dados ou qualquer outra aplicação instalada na estação de trabalho do colaborador.

Portanto, a interação do usuário com o sistema ocorre da seguinte forma: o navegador *web* se comunica com o servidor *web* através do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*); o servidor *web* traduz a solicitação e se comunica com o servidor de aplicação, onde esse interpreta as mensagens e as envia ao servidor de banco de dados.

Para análise dos requisitos de desempenho da aplicação de negócio, será considerada a parte que envolve o navegador *web* e o servidor *web* na arquitetura do sistema ERP, conforme ilustrado na figura 5, pois a comunicação entre as partes ocorre através da Infra-estrutura da rede cabeada.

O tempo de resposta de uma transação e o *throughput* do sistema são as métricas mais importantes utilizadas para medir o desempenho de um site. [16]

Na análise de requisito de desempenho desta proposta de monografia, será considerado como métrica, o tempo de resposta, que é a percepção que o usuário tem do tempo que passa desde a solicitação ao sistema até o retorno dos resultados.

Alguns componentes do tempo de resposta estão relacionados a seguir [16]:

- Tempo de procura no DNS;
- Tempo para estabelecer uma conexão TCP com um servidor;
- Tempo para enviar a solicitação HTTP;
- Tempo para obter os dados para montar a página;
- Tempo para chegar o conteúdo da página HTML da base.

Para obter o tempo de resposta de uma solicitação HTTP entre o navegador *web* e as demais camadas da arquitetura do ERP, foi utilizado como método um utilitário da própria aplicação de negócio, denominado *PeopleSoft Ping*.

O utilitário *PeopleSoft Ping* [15], coleta os *timestamps* (tempos de um evento registrado pelo computador) do envio de uma página específica para as diferentes camadas da arquitetura ERP, iniciando no navegador *web*, em seguida, para o servidor *web*, o servidor de aplicação e o banco de dados.

Os *timestamps* coletados referem-se à soma dos tempos totais decorridos entre a partida e chegada de cada uma das camadas da arquitetura ERP. Na tabela 5 é apresentado o resultado da coleta do tempo gasto em cada camada da arquitetura ERP dentro do intervalo definido.

A figura 5.1 ilustra o utilitário *PeopleSoft Ping* com o intervalo de tempo e a quantidade de contadores utilizados na análise.

PeopleSoft Ping

Test Case Identifier:

Repeat Time Interval (Seconds): Counter: 20

Total Time: 0,438 Browser Time: 0,141 WebServer Time: 0,032 AppServer Time: 0,124 Database Time: 0,141

Sample Data [View All](#)

Seq#	Sequence Text	Description
10001	010001	Test 010001
10001	11 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	12 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	13 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	14 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	15 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	16 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	17 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	18 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	19 101 102 103 104 105 A B C D E	
10001	20 101 102 103 104 105 A B C D E	

Figura 5.1 Utilitário *PeopleSoft Ping*
Fonte: Oracle [15]

Test Case ID = LATENCY

| Rerun Query | Download to Excel

1-28 of 28

Test Case ID	Time Stamp At	Total Time	Browser Network Time	WebServer Network Time	AppServer Network Time	DB Server Time
1 LATENCY	23/12/2009 17:12:30	1,531	0,172	0,078	0,797	0,484
2 LATENCY	23/12/2009 17:12:37	1,875	0,110	0,031	1,577	0,157
3 LATENCY	23/12/2009 17:12:44	0,438	0,126	0,031	0,140	0,141
4 LATENCY	23/12/2009 17:12:49	0,469	0,126	0,015	0,171	0,157
5 LATENCY	23/12/2009 17:12:54	0,437	0,125	0,031	0,125	0,156
6 LATENCY	23/12/2009 17:13:00	0,453	0,125	0,031	0,157	0,140
7 LATENCY	23/12/2009 17:13:05	0,437	0,125	0,031	0,141	0,140
8 LATENCY	23/12/2009 17:13:11	0,438	0,126	0,031	0,141	0,140
9 LATENCY	23/12/2009 17:15:58	3,343	0,156	0,031	3,016	0,140
10 LATENCY	23/12/2009 17:16:04	0,563	0,141	0,031	0,236	0,155
11 LATENCY	23/12/2009 17:16:08	0,438	0,126	0,016	0,156	0,140
12 LATENCY	23/12/2009 17:16:11	0,453	0,125	0,031	0,157	0,140
13 LATENCY	23/12/2009 17:16:14	0,422	0,109	0,032	0,141	0,140
14 LATENCY	23/12/2009 17:16:18	0,437	0,124	0,032	0,140	0,141
15 LATENCY	23/12/2009 17:16:21	0,437	0,125	0,015	0,156	0,141
16 LATENCY	23/12/2009 17:16:25	0,453	0,140	0,031	0,142	0,140
17 LATENCY	23/12/2009 17:16:28	0,438	0,141	0,016	0,140	0,141
18 LATENCY	23/12/2009 17:16:32	8,860	0,141	0,031	8,548	0,140
19 LATENCY	23/12/2009 17:16:44	0,453	0,125	0,032	0,140	0,156
20 LATENCY	23/12/2009 17:16:47	0,437	0,125	0,031	0,156	0,125
21 LATENCY	23/12/2009 17:16:50	1,359	0,109	0,032	0,140	1,078
22 LATENCY	23/12/2009 17:16:55	0,438	0,110	0,047	0,156	0,125
23 LATENCY	23/12/2009 17:16:58	0,453	0,125	0,031	0,156	0,141
24 LATENCY	23/12/2009 17:17:02	0,453	0,156	0,016	0,141	0,140
25 LATENCY	23/12/2009 17:17:05	0,468	0,109	0,031	0,172	0,156
26 LATENCY	23/12/2009 17:17:09	0,469	0,110	0,046	0,157	0,156
27 LATENCY	23/12/2009 17:17:12	0,469	0,110	0,031	0,188	0,140
28 LATENCY	23/12/2009 17:17:16	0,421	0,108	0,031	0,142	0,140

Tabela 5. Demonstrativo dos resultados *PeopleSoft Ping*
 Fonte: Oracle [15]

Nas figuras 5.2 e 5.3 é apresentado através de um gráfico, os tempos de resposta total em cada um dos elementos da arquitetura ERP, do teste realizado através do utilitário *PeopleSoft Ping*.

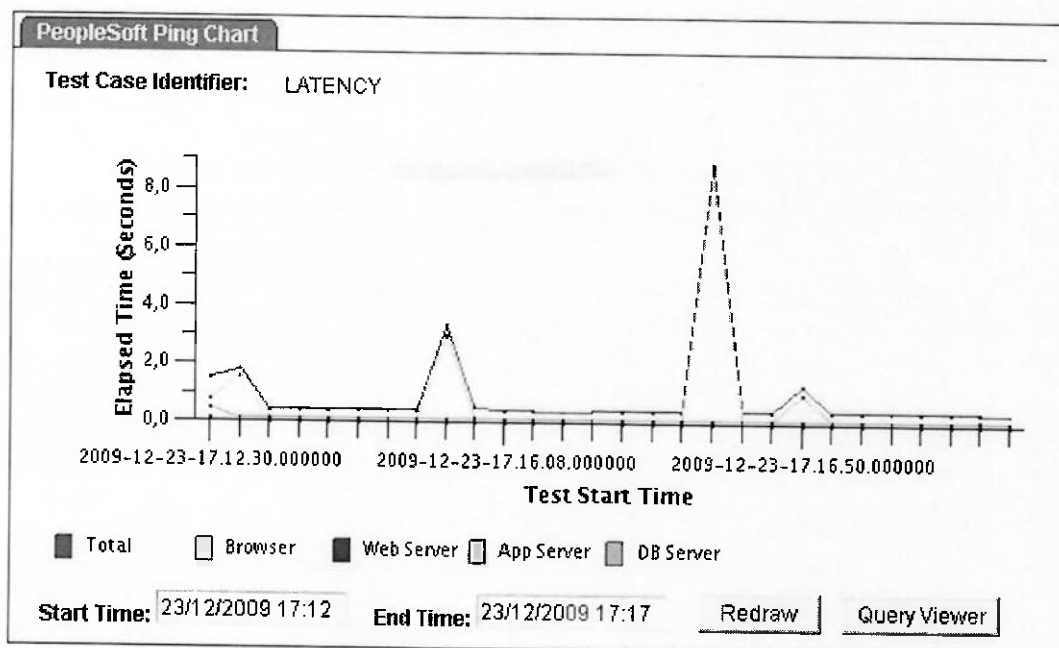


Figura 5.2. Gráfico *PeopleSoft Ping Chart*
 Fonte: Oracle [15]

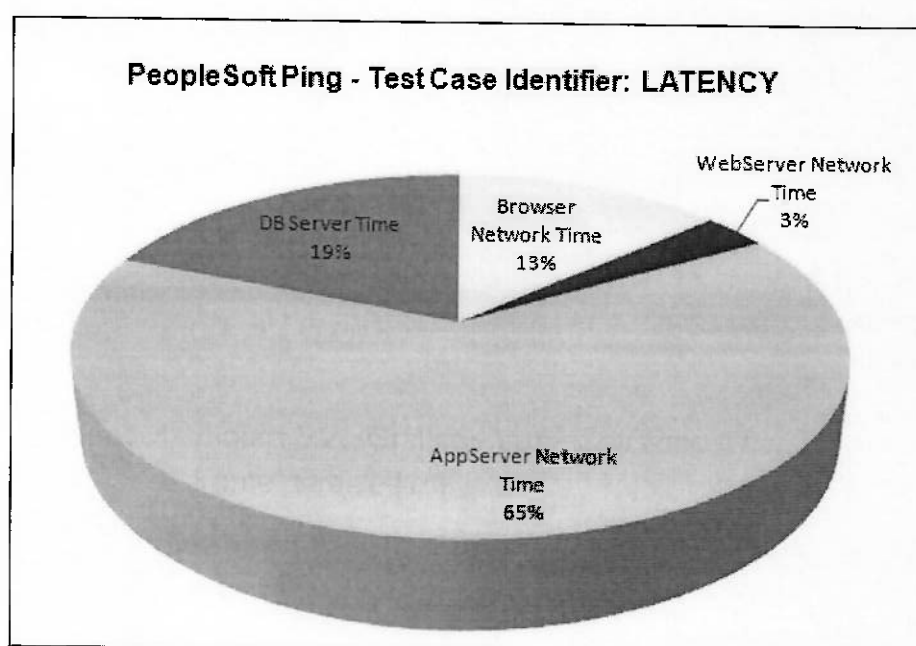


Figura 5.3. Gráfico *PeopleSoft Ping*

Através dos dados coletados é possível identificar que o recurso que possui a maior demanda de serviço é o servidor de aplicação, ou seja, este recurso do sistema é o que tem a maior média de tempo gasto por uma transação sendo essa iniciada no navegador web utilizando-se da infra-estrutura da rede. Portanto, a Infra-estrutura da rede cabeada não é o componente que determina o gargalo do sistema.

Considerando a análise dos dados coletados através do utilitário *PeopleSoft Ping*, é possível identificar que em caso de implantação da tecnologia de redes sem fio utilizando o padrão 802.11n, observando também a área de cobertura dos dispositivos sem fio com qualidade de sinal satisfatória, os requisitos de desempenho da aplicação do lado do usuário, isto é, o navegador *web*, serão atendidos pela tecnologia de redes sem fio, pois o *throughput* de um *access point* do padrão 802.11n é semelhante à velocidade da Infra-estrutura da rede com fio utilizada atualmente na empresa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução das redes de computadores, proporcionada pelo avanço tecnológico das últimas décadas, permitiu um aumento considerável da demanda por comunicação de dados e interligação dos dispositivos em redes.

Com o avanço da tecnologia de comunicação de dados acentuou-se, nos últimos anos, o uso do meio de transmissão de dados através da tecnologia de redes sem fio, comumente denominada como *wireless*.

A tecnologia de redes sem fio está cada vez mais presente não só no cotidiano das pessoas, mas também em instituições educacionais, residências, meios públicos e de transportes, proporcionando aos seus usuários mobilidade e para as empresas um meio alternativo em substituir o cabeamento das redes *Ethernet* pelo uso da rede sem fio.

Este trabalho apresentou um estudo de viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio para uma empresa que possui restrição de alteração de *layout* físico em sua Infra-estrutura de rede, devido às características do imóvel.

Ao longo dos anos, as alterações de *layout* físico na Infra-estrutura de rede da empresa, demandadas pelas unidades de negócios, tornaram-se um fator impactante, pois a cada necessidade de mudança, inevitavelmente, os colaboradores perdiam o acesso aos recursos tecnológicos de TI, em virtude da dificuldade de alocá-los adequadamente.

Havendo necessidade de mudanças de áreas, alterações de *layout* físico, e adição de novos pontos de conectividade, a Infra-estrutura de rede convencional com fio, utilizada atualmente na empresa, não permite atender a essas demandas de forma flexível, escalável e satisfatória.

Portanto a proposta deste estudo foi oferecer uma análise de viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio para o problema de restrição de alteração de *layout* físico na Infra-estrutura de rede, e mais especificamente verificar se os requisitos de desempenho das aplicações críticas de negócios serão atendidos nessa tecnologia.

A comunicação sem fio permitirá à empresa propor arranjos em sua Infra-estrutura de rede e expandir suas operações mais facilmente com um menor impacto na produtividade dos colaboradores.

Ao utilizar redes sem fio, a empresa obterá economia nos custos de instalação e manutenção do cabeamento de rede e nas adaptações do imóvel, pois não será preciso puxar fios pelas paredes e divisórias, e com a maior cobertura no uso da rede sem fio permitirá, aos usuários, maior mobilidade e uso dos dispositivos móveis.

Para finalizar, o estudo descrito apresentou uma análise de desempenho de uma aplicação crítica de negócio da empresa, onde se constatou que tais requisitos serão atendidos pela tecnologia de redes sem fio.

Deve-se observar a possibilidade de elaborar um projeto piloto para uso da tecnologia de rede sem fio, considerando aspectos como o uso de criptografia nos dispositivos sem fio, se haverá impacto no *throughput* da rede, e um teste de seleção de frequência de banda.

O que vale também mencionar e registrar na elaboração desse estudo é que o aspecto segurança e custo não foram inseridos no escopo do trabalho, visto que este se limitou na análise de viabilidade técnica do uso de tecnologia de redes sem fio e nos requisitos de desempenho das aplicações de negócios. Portanto, tais aspectos ficariam como sugestões para pesquisas futuras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LAUDON, Kenneth C. e Jane P., *Sistemas de informação gerenciais*. 7.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- [2] CISCO. *Internetworking Basics*. Disponível em:
<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/Intro-to-Internet.html> (acesso 13/11/2009).
- [3] FLICKENGER, Rob. *Wireless Networking in the Developing World*. 2.ed. Attribution ShareAlike 3.0, 2007.
- [4] HAYKIN, Simon e Michael M., *Sistemas Modernos de Comunicações Wireless*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [5] *About the Wi-Fi Alliance*. Disponível em <http://www.wi-fi.org/index.php>. (acesso em 22/11/09).
- [6] KUROSE, James F. e Keith W. Ross. *Redes de Computadores e a Internet – Uma abordagem top-down*. 3.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [7] McCABE, Karen. *IEEE Ratifies 802.11n, Wireless LAN Specification to Provide Significantly Improved Data Throughput and Range*. Disponível em:
http://standards.ieee.org/announcements/ieee802.11n_2009amendment_ratified.html
(acesso em 09/11/2009)
- [8] DeBEASI, Paul. *802.11n: Enterprise Deployment Considerations*. May 16, 2008. Disponível em:
http://www.wifi.org/register.php?file=20080516_WFA_80211n_EnterpriseFINAL.pdf
(acesso em 07/11/2009)
- [9] IEEE Std 802.11 *Wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications*. June 2007. Disponível em: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.11-2007.pdf> (acesso em 06/11/2009)
- [10] GAST, Matthew S. *802.11 Wireless Networks The Definitive Guide*. USA: O'Reilly Media, 2005.
- [11] ROSHAN, Pejman and Jonathan Leary. *802.11 Wireless LAN Fundamentals*. USA: Cisco Press, 2003.

[12] LUCA, Tadeu Castelo de L. Incompreensões sobre terceirização. Disponível em: http://www.aberc.com.br/Uploads/pdfs/Jornal_ABERC-105.pdf (acesso em 31/10/2009).

[13] Departamento do Patrimônio Histórico. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/patrimonio_historico/preservacao/index.php?p=430 (acessado em 31/10/2009).

[14] BULHMAN, Haroldo. Redes LAN/MAN Wireless III: Aplicações do Padrão 802.11. Disponível em: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwlanman3/pagina_2.asp (acesso em 16/12/2009)

[15] ORACLE, *Enterprise People Tools 8.49: Hardware and Software Requirements*. July 2007. Disponível em: <http://www.oracle.com/technology/documentation/psftent.html> (acesso em 21/12/2009).

[16] KOVACH, Stephan. Modelo de referência para sites de e-business: Planejamento de Capacidade. Apostila do curso MBA-TI/USP disciplina TIN-011-Automação de Negócios. 2009