

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**  
(Bacharelado)

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA TRANSMISSÃO DE  
DADOS EM UM AMBIENTE *WIRELESS* UTILIZANDO A  
RÁDIO FREQUÊNCIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE  
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA  
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA  
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

**JAIRO ANDERSON DE VALGAS**

BLUMENAU, JUNHO/1999

1999/1-23

# **PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA TRANSMISSÃO DE DADOS EM UM AMBIENTE *WIRELESS* UTILIZANDO A RÁDIO FREQUÊNCIA**

**JAIRO ANDERSON DE VALGAS**

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

**BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO**

---

Prof. Sérgio Stringari — Orientador

---

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Sérgio Stringari

---

Prof. Antonio Carlos Tavares

---

Prof. Miguel A. Wisintainer

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus familiares e amigos que de alguma maneira fizeram-se presentes, incentivando e colaborando para que eu pudesse concluir com sucesso esta importante etapa.

Em especial, aos amigos que conviveram comigo diariamente em sala de aula: Drayton Roberto Fontanive, Jeferson Knop, Juliano Carvalho Sansão e Marcelo Luch.

Agradeço também ao professor Sérgio Stringari que dedicou seu tempo para orientar-me neste trabalho, conduzindo-me com muita dedicação.

# SUMÁRIO

<b>Sumário .....</b>	<b>iv</b>
<b>Lista de figuras e tabelas.....</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de abreviaturas e siglas.....</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Objetivos</i> .....	2
1.2 <i>Organização do trabalho</i> .....	2
<b>2 Redes de Computadores .....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Arquitetura de Redes de Computadores</i> .....	5
2.2 <i>Interconexão de Redes</i> .....	8
<b>3 Redes de Computadores Sem Fios (<i>Wireless Network</i>) .....</b>	<b>10</b>
3.1 <i>Redes de computadores sem fios com transmissão por infravermelho</i> .....	12
3.2 <i>Redes de computadores sem fios com transmissão por laser</i> .....	13
3.3 <i>Redes de computadores sem fios com transmissão por rádio frequência</i> .....	14
3.3.1 <i>Transmissão de dados por ondas de rádio de simples frequência</i> .....	15
3.3.2 <i>Transmissão de dados por ondas de rádio com a propagação de espectro</i> .....	16
3.3.3 <i>Técnicas para transmissão de rádio frequência</i> .....	19
3.3.3.1 <i>O sistema TDMA</i> .....	19
3.3.3.2 <i>O sistema CDMA</i> .....	20
3.3.3.3 <i>TDMA x CDMA</i> .....	21
3.3.3.4 <i>O sistema W-CDMA</i> .....	21
3.4 <i>O padrão para redes locais sem fios IEEE 802.11</i> .....	22
3.5 <i>Considerações sobre um Projeto para implementação de uma rede sem fios</i> .....	23

<b>4</b>	<b>Desenvolvimento do protótipo .....</b>	<b>27</b>
4.1	<i>Definição do problema.....</i>	27
4.2	<i>métodos de especificação e ferramentas utilizadas na implementação do protótipo.....</i>	28
4.3	<i>Tecnologias e técnicas envolvidas .....</i>	29
4.3.1	Coletores de dados.....	29
4.3.2	Placas <i>Wireless</i> .....	30
4.3.2.1	Módulo de transmissão .....	31
4.3.2.2	Módulo de recepção.....	31
4.3.3	Protocolo de comunicação.....	32
4.4	<i>Especificação do protótipo .....</i>	35
4.4.1	Ambiente do protótipo.....	35
4.4.2	Diagramação do protótipo .....	36
4.4.3	Diagramação dos dados transmitidos pelo coletor.....	38
4.5	<i>Implementação do protótipo .....</i>	39
<b>5</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>47</b>
7.1	<i>Anexo 01 - Fonte do programa .....</i>	47

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 01: Diagrama de uma rede de computadores.....	03
Figura 02: Diagrama representando uma LAN.....	04
Figura 03: Diagrama representando a abrangência de uma MAN.....	05
Figura 04: Diagrama representando a abrangência de uma WAN.....	05
Figura 05: Modelo ISO para interconexão de sistemas.....	06
Figura 06: Modelo da arquitetura SNA.....	06
Figura 07: Arquitetura TCP.....	07
Figura 08: Diagrama de uma interconexão de redes.....	09
Figura 09: Diagrama de uma rede de computadores sem fios.....	12
Figura 10: Representação de uma transmissão via infra vermelho.....	13
Figura 11: Representação de uma transmissão via laser.....	14
Figura 12: Diagrama de uma rede sem fios com transmissão por rádio.....	15
Figura 13: Representação de transmissão de dados por ondas de simples frequência...	16
Figura 14: Representação de transmissão por rádio com propagação de espectro.....	17
Figura 15: Representação do método de salto em frequência.....	18
Figura 16: Representação do método de sequência direta.....	18
Figura 17: Diagrama da estrutura do coletor de dados.....	30
Figura 18: Módulo transmissor.....	31
Figura 19: Módulo receptor.....	31
Figura 20: Diagrama do fluxo de transmissão.....	33
Figura 21: Ilustração do ambiente do sistema protótipo.....	36
Figura 22: Representação gráfica do protótipo.....	36
Figura 23: Representação gráfica dos dados transmitidos pelo coletor.....	38
Tabela 01: Características do módulo transmissor.....	31
Tabela 02: Características do módulo receptor.....	32

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM – *Amplitude Modulation* – modulação por amplitude

Bps – *bits* por segundo

BSS – *Basic Service Set* – Conjunto básico de serviços

CDMA – *Code Division Multiple Access* – Acesso múltiplo por divisão de código

CSMA/CA – *Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance* – Acesso múltiplo com detecção da portadora evitando colisões

DBPSK – *Differential Binary Phase Shift Keying* – Chaveamento de transferência da fase diferencial binária

DQPSK – *Differential Quadrature Phase Shift Keying* – Chaveamento de transferência da fase diferencial quadrada

ESS – *Extended Service Set* – conjunto de serviços extendidos

FM – *Frequency Modulation* – modulação por frequência

FTP – *File Transfer Protocol* – Protocolo de transferência de arquivos

GFSK – *Gaussian Frequency Shift Keying* – Chaveamento de transferência da frequência de Gaussian

GHz – Gigahertz

GPS – *Global Positioning System* – Sistema de posicionamento global

GSM – *Groupé Spécial Mobile* – Grupo Móvel Especial

IBM – *International Business Machines*

IEEE – *Institute of Electrical and Eletronic Engineers* – Instituto de engenharia elétrica e eletrônica

IP – *Internet Protocol* – Protocolo internet

ISO – *International Standards Organization* – Organização de padrões internacionais

Kbps – Kilobits por segundo

KHz - Kilohertz

LAN – *Local Area Network* – Rede de computadores local

LCD – *Liquid Crystal Display* – Display de cristal líquido

mA – Mili Ampêres

MAC – *Medium Access Control* – Controle médio de acesso

MADU – *MAC Sublayer Data Unit* – Unidade de dados da subcamada MAC

MAN – *Metropolitan Area Network* – Rede de computadores metropolitana

Mbps – Megabits por segundo

MHz – Megahertz

NFS (NSF) – *Network File System* – Sistema de arquivos da rede

°C – *Graus Celsius*

OSI – *Open System Interconnection* – Interconexão de sistemas abertos

PCS – *Personal Communications Services* – Serviços de comunicação pessoal

PHY – *Physic* - Física

PPM – *Pulse Position Modulation* – Modulação por posição do pulso

RF – Rádio frequência

RLP – *Radio Link Protocol* – protocolo de controle de linha de rádio

SMTP – *Simple Mail Transfer Protocol* – Protocolo de transferência simples de mensagens

SNA – *System Network Architecture* – Arquitetura para sistemas de rede

SNMP – *Simple Network Management Protocol* – Protocolo de administração simples de rede

TCP – *Transmission Control Protocol* – Protocolo para controle de transmissão

TDMA – *Time Division Multiple Access* – Acesso múltiplo por divisão de tempo

TELNET – Emulador de terminal para comunicação na rede

TFTP – *Trivial File Transfer Protocol* – Protocolo de transferência de arquivos triviais

THz - Terrahertz

UDP – *User Datagram Protocol* – Protocolo de datagramas do usuário

UHF – *Ultra High Frequency* – Frequência ultra elevada

V – Volts

VHF – *Very High Frequency* – Frequência muito elevada

WAN – *Wide Area Network* – Redes de computadores de longo alcance

W-CDMA – *Wideband Code Division Multiple Access* – Acesso múltiplo por divisão de código em banda larga

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da tecnologia de comunicação de dados *wireless*, mais especificamente a comunicação via rádio frequência, resultando na especificação e implementação de um protótipo de sistema para transmissão de dados em um ambiente *wireless* utilizando a rádio frequência por *spread spectrum*.

# **ABSTRACT**

This work presents a study of the technology of communication of data wireless, more specifically the communication through radio frequency, resulting in the specification and implementation of a prototype of system for transmission of data in an environment of wireless using the radio frequency for spread spectrum.

# 1 INTRODUÇÃO

Embora sendo fácil enfocar o assunto de redes de computadores no sentido tradicional de LANs (*Local Area Network* – Redes de computadores de alcance local) e WANs (*Wide Area Network* – Redes de computadores de longo alcance), a tecnologia de comunicações está evoluindo de forma a englobar também os tradicionais serviços telefônicos [NEW95].

O ambiente *wireless* (sem fios) está emergindo como uma grande opção para redes de computadores. Como a tecnologia ainda está amadurecendo, os comerciantes estão oferecendo mais produtos e com preços mais atrativos o que significa um aumento nas vendas e na demanda. Com a demanda aumentando essas redes estão evoluindo e se aperfeiçoando [MIN97].

A comunicação *wireless* inclui o conceito tradicional para a transmissão digital do processamento eletrônico de dados sobre redes LAN's e WAN's, e a transmissão de voz, vídeo, imagens e outros tipos de comunicações [NEW95].

As redes *wireless* provêm da flexibilidade exigida pelo aumento de mão-de-obra móveis e suas características de instalação e manutenção com custos significativamente mais baixos do que as redes tradicionais.

Em 1993 foi formado um grupo de indústrias de semicondutores e redes de computadores para desenvolver uma rede local que fosse sem fios, de alta velocidade e com baixo custo, compatível com as redes de computadores com fios existentes. Assim surgiram as redes locais com transmissões por infravermelho, laser e rádio frequência [JOR94].

A redes *wireless* podem ser divididas em quatro categorias com base na tecnologia empregada: LAN's, LAN's estendidas, redes semi-móveis e computação móvel. A principal diferença entre essas categorias é a forma de transmissão [MIN97].

Existem dois tipos de transmissão *wireless* via rádio frequência: frequência simples (*narrow band*) e propagação de espectro (*spread spectrum*). O tipo da instalação é o mesmo para ambas [NEW95].

A transmissão *wireless* via rádio frequência por *spread spectrum*, por ela ser a mais natural, é uma modulação tolerante a interferências [LAS95].

Normalmente as transmissões de rádio são realizadas em frequências altas, tanto em VHF (Very High Frequency – 30 à 300 MHz) como em UHF (Ultra High Frequency – 300 à 3000 MHz), diminuindo assim a interferência devido a maior velocidade. Na propagação em espaço livre, as ondas de rádio-propagação não sofrem com fenômenos como refração, difração, reflexão, espalhamento ou vinculação, mas quando estas ondas encontram obstáculos, estes fenômenos se fazem úteis apesar do sinal sofrer algumas atenuações e distorções. Existem requisitos, tais como, potência de transmissão e mínima distorção da propagação do sinal, que devem ser respeitados para que a transmissão tenha êxito [GOM95].

## 1.1 OBJETIVOS

Este trabalho apresenta um estudo da tecnologia de comunicação de dados *wireless*, mais especificamente a comunicação via rádio frequência resultando na especificação e implementação de um protótipo de sistema para transmissão de dados em um ambiente *wireless* utilizando a rádio frequência por *spread spectrum*.

## 1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado em capítulos, conforme descrição abaixo:

- **capítulo 1** apresenta algumas considerações sobre as redes de computadores sem fios (*wireless*) na forma de uma introdução, o objetivo do trabalho e a descrição sobre a organização deste trabalho;
- no **capítulo 2** são apresentados fundamentos e conceitos sobre as redes de computadores cabeadas;
- no **capítulo 3** são apresentados fundamentos e conceitos sobre as redes de computadores sem fios (*wireless*);
- **capítulo 4** apresenta a descrição sobre a especificação e implementação de um protótipo de sistema para transmissão de dados em um ambiente *wireless* utilizando a rádio frequência por *spread spectrum*;
- no **capítulo 5** são apresentados as conclusões e sugestões para continuidade deste trabalho.

## 2 REDES DE COMPUTADORES

Uma rede de computadores consiste basicamente da interligação de equipamentos computacionais através de um sistema de comunicação de dados, objetivando a troca de informações entre si. Este sistema de comunicação constitui-se de um arranjo topológico que interligam os vários computadores (terminais - estações - nós), e de um conjunto de regras, de forma a organizar a comunicação [OLI90].

As redes de computadores tem por objetivo fornecer aos usuários meios de comunicação, compartilhamento e transferência eletrônica de informações.

As comunicações podem ir desde simples mensagens entre dois usuários até a execução de sistemas de forma distribuída. Um sistema de computação distribuída pode ser definido como um sistema de múltiplos processadores autônomos que não compartilham memória primária, mas cooperam enviando mensagens sobre uma rede de comunicação [SIL97].

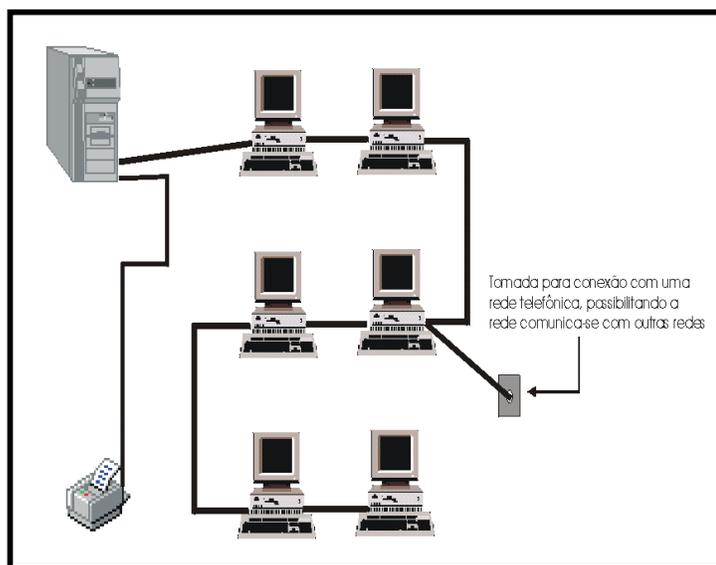


Figura 01: Diagrama de uma rede de computadores

As redes de computadores surgiram dos ambientes de instituições de pesquisa e universidades. A primeira experiência bem sucedida com redes aconteceu quando a universidade do Havaí desenvolveu uma rede, denominada de ALOHA, interligando as várias instalações da universidade que, espalhadas pelo arquipélago, enfrentavam problemas de comunicação.

A partir dos anos 70 com o desenvolvimento de minicomputadores com bom desempenho e com requisitos menos rígidos de temperatura e umidade, permitiu a instalação de computadores em várias localizações de uma organização ao invés de concentrá-los em uma determinada área. Desde o início da década de 80 até os dias atuais as redes se transformaram rapidamente de uma simples curiosidade de pesquisa para a solução atrativa de um problema imediato [SOA86].

As redes de computadores são classificadas, conforme a tecnologia, em:

- a) **redes locais (*Local Area Network - LAN*)** - são redes de computadores onde as distâncias envolvidas são da ordem de até poucos quilômetros e os computadores interligados pertencem a uma mesma organização (empresas, universidades, etc.) [SOA86];

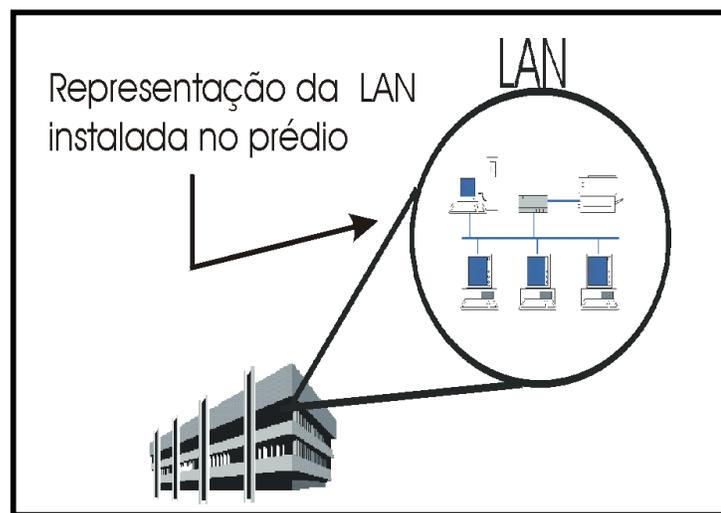


Figura 02: Diagrama representando uma LAN

- b) **redes metropolitanas (*Metropolitan Area Network - MAN*)** - é usada para conectar sistemas de computadores através de uma rede dedicada dentro de uma cidade (metrópole). Algumas vezes isto permite que as informações sejam compartilhadas entre empresas privadas e agências governamentais [KEE95];

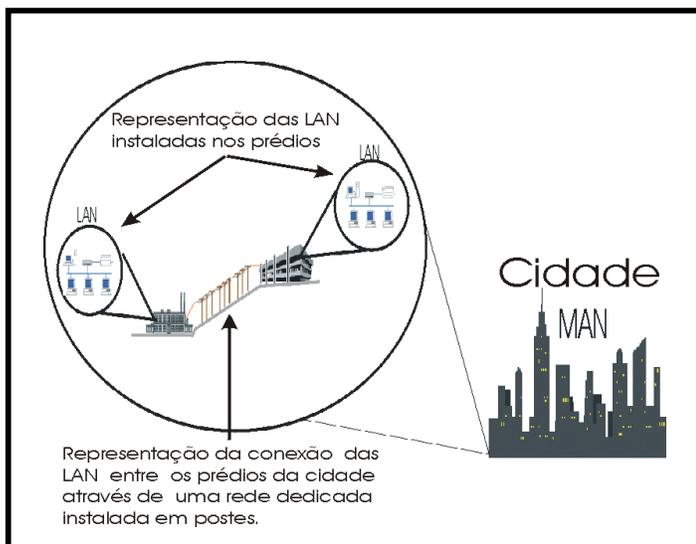


Figura 03: Diagrama representando a abrangência de uma MAN

- c) **redes remotas (Wide Area Network - WAN)** - conectam redes menores entre si, podendo estas estar perto ou a uma grande distância. À medida em que as redes se expandem, mais conexões são acrescentadas, aumentando o tamanho e a complexidade de toda a WAN [KEE95].

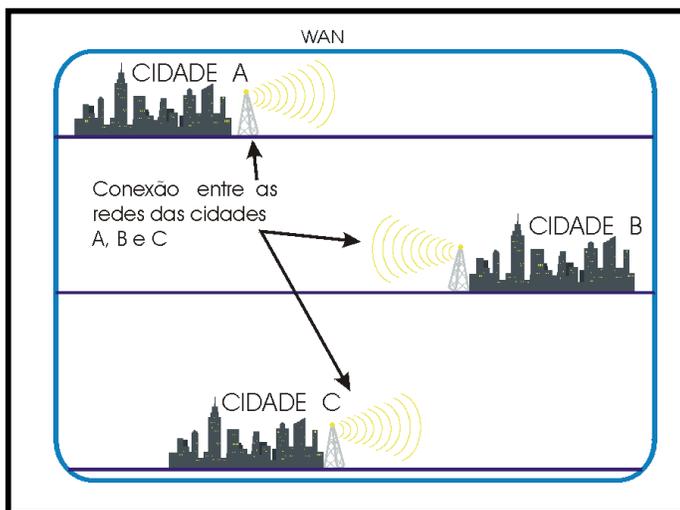


Figura 04: Diagrama representando a abrangência de uma WAN

## 2.1 ARQUITETURA DE REDES DE COMPUTADORES

Em meados dos anos 70, a *International Standards Organization* (ISO) formou um comitê para desenvolver uma arquitetura padronizada para rede de computadores. O modelo OSI (*Open System Interconnection*) é um padrão de tecnologia para redes de computadores objetivando que computadores de diferentes fabricantes comuniquem-se entre si. O modelo de referência OSI foi concluído em 1980 e aprovado em 1983 pela ISO na Europa e pelo

*Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)* nos Estados Unidos. O modelo OSI é a base para a maioria dos protocolos de comunicação de dados atuais de muitos fabricantes.

Da mesma forma que a construção de uma pirâmide, cada camada do modelo OSI é construída sobre as outras, com cada uma fornecendo serviços à camada imediatamente acima. As camadas juntas formam um todo, neste caso, uma arquitetura de rede. O modelo OSI é dividido em duas partes. Na parte *host* (controle de comunicação com computadores hospedeiros) encontram-se as camadas de aplicação, apresentação, sessão e transporte. Na parte *midia* (redes – transmissão, parte física e controle) encontram-se as camadas de rede, controle de linha e física [KEE95].

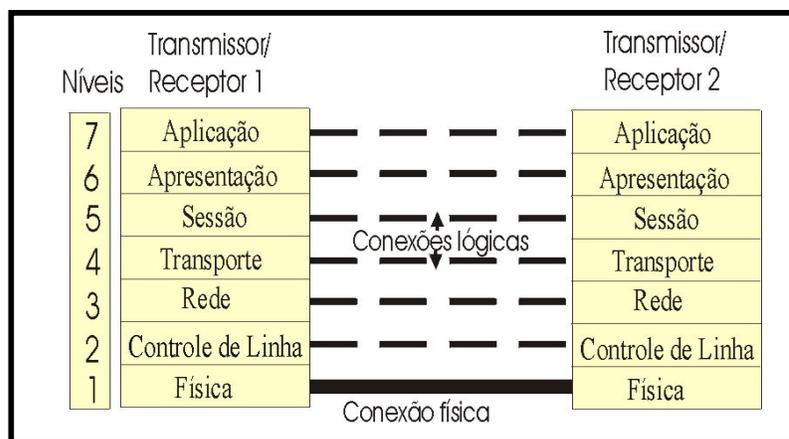


Figura 05: Modelo ISO para interconexão de sistemas [NUN89]

Antes da criação das normas ISO, já existia a arquitetura SNA (System Network Architecture) de propriedade da IBM (*International Business Machines*). Mesmo tendo sido definida antes do modelo OSI, o SNA é também baseada numa estrutura de camadas.

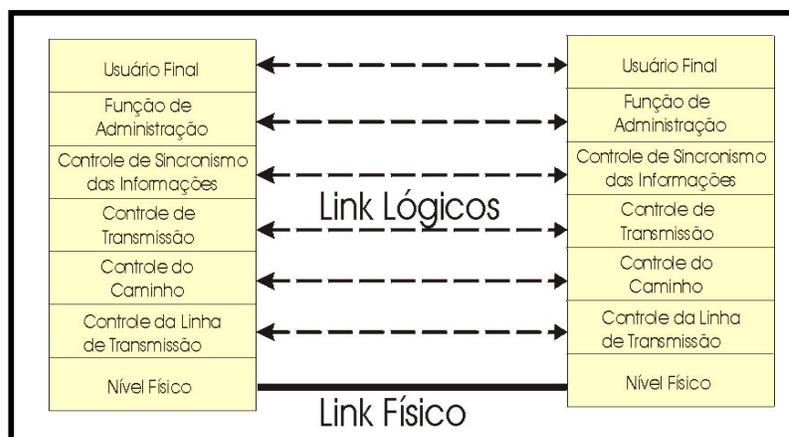


Figura 06: Modelo da arquitetura SNA [PEN88]

As duas arquiteturas têm muitas similaridades, embora também haja muitas diferenças nos serviços que são prestados e na maneira como estes serviços estão distribuídos entre as camadas [SOU96].

Baseando-se no modelo de referência OSI, a arquitetura TCP (*Transmission Control Protocol*) permite que múltiplos programas de aplicação em um determinado computador se comuniquem concorrentemente.

O TCP usa número de portas para identificar o último destino em um computador. A cada porta é associado um número inteiro pequeno para identificá-lo.

O TCP foi construído sobre a abstração de CONEXÃO, na qual os objetos a serem identificados são conexões de circuitos virtuais e não portas individuais. Uma conexão consiste de um circuito virtual entre dois programas de aplicação [MEL98].

A camada da rede TCP/IP tem os protocolos IP (*Internet Protocol* – Protocolo da Internet). A camada de transporte possui dois protocolos, um que oferece serviços sem conexão, que é o protocolo UDP (*User Datagram Protocol*) e um outro que oferece serviços orientados a conexão, protocolo TCP (*Transport Control Protocol*). Na camada de aplicações o TCP/IP tem uma variedade de protocolos de aplicação, como SMTP, TELNET, FTP e NSF entre outros.

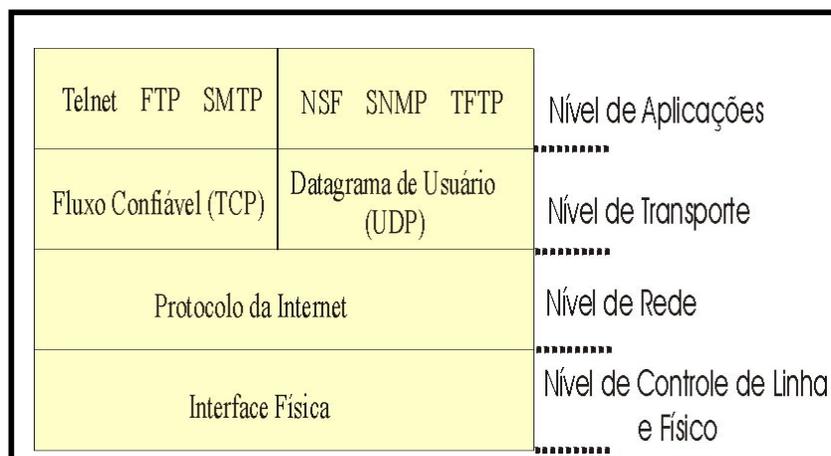


Figura 07: Arquitetura TCP [MEL98]

Maiores informações sobre estas arquiteturas podem ser encontradas em [TAR86], [NUN89] e [PEN88].

## 2.2 INTERCONEXÃO DE REDES

Não é preciso esperar muito para que uma rede em um departamento precise compartilhar algumas informações disponíveis em uma rede de outro departamento. Sempre que isto acontecer, são necessários componentes especiais para interconectar estas redes [KEE95].

Vários equipamentos podem ser utilizados na interconexão e composição de redes, como :

- a) **pontes (*bridges*)** – realiza a interligação entre duas redes. Uma ponte pode inclusive interligar duas redes com protocolos de acesso diferentes. Atua na camada de controle de linha;
- b) **chaveadores (*switch*)** – realiza o envio de pacotes para a porta de saída apropriada. O *switch* usa um barramento interno compartilhado que deve permitir que estações em segmentos separados transmitam simultaneamente, já que comuta pacotes utilizando caminhos dedicados. Colisões não ocorrerão, porém poderá ser experimentada a contenção de dois ou mais quadros que necessitem do mesmo caminho ao mesmo tempo que são transmitidos posteriormente graças aos buffers de entrada e saída das portas;
- c) **roteadores (*router*)** – realiza a identificação do endereço de rede de um determinado pacote, procurando o melhor caminho para encaminhá-lo à rede correspondente. Atua na camada de rede;
- d) **conversores de protocolos (*gateways*)** – realiza a interface entre duas redes de computadores heterogêneas, convertendo os pacotes referentes a um protocolo para pacotes de outro protocolo diferente;
- e) **repetidores** – realiza a interligação de dois segmentos de rede, fazendo a transposição de pacotes das mensagens nas duas direções, atuando apenas no nível físico, sem interpretar o conteúdo destes pacotes. Atua na camada física;
- f) **multiplexadores (*mux*)** – realiza a alocação de parcelas de tempo conforme a necessidade de cada porta terminal, ou seja, portas que têm muitos dados a

transmitir ocuparão mais tempo no multiplexador do que as portas que têm poucos dados a transmitir;

- g) **concentradores (hubs)** – atua como um coletor de mensagens dos usuários em uma área fisicamente próxima, aceitando mensagens simultâneas de vários terminais. Alguns destes dispositivos são passivos e não possuem qualquer componente eletrônico que condicione os sinais da rede. Outros são ativos e possuem componentes eletrônicos que reforçam o sinal, removem ruído indesejado, direcionam o tráfego de uma porta para outra e filtram o tráfego da rede.

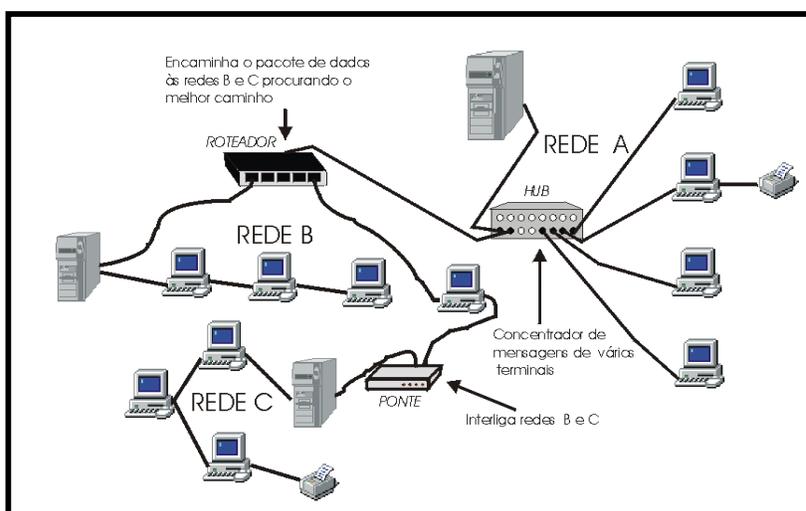


Figura 08: Diagrama de uma interconexão de redes [SAS96]

Maiores informações sobre os equipamentos de interconexão de redes podem ser encontrados em [KEE95], [NUN89], [OLI90], [SAS96], [SOU96], e [TA177].

### 3 REDES DE COMPUTADORES SEM FIOS (*WIRELESS NETWORK*)

São poucos os equipamentos que escaparam da revolução causada pela comunicação sem fios e, os que se utilizam desta tecnologia provavelmente chegarão mais rapidamente ao novo século: telefones sem fios, redes locais sem fios, navegação sem fios (GPS – *Global Positioning System*), controle para abrir porta de garagem sem fios, monitores de bebê sem fios, etc.

O principal objetivo desta revolução é que exista comunicação para qualquer um, a qualquer hora, de qualquer lugar, e com qualquer tipo de informação.

A comunicação sem fios evolui mais do que qualquer outra tecnologia na história, porém a maioria dos negócios ainda é somente para transmissão de voz pois são poucos usuários que utilizam a comunicação sem fios para transmissão de dados. Segundo Christian Dupont, diretor da *Americas for Texas Instruments*: “Nos próximos cinco anos provavelmente o perfil de comunicações sem fios irá mudar - e mudar dramaticamente... no próximo ano, podemos esperar que os usuários da comunicação sem fios estarão exigindo novos serviços em suas redes, como capacidade multimídia, transferência de arquivos de dados e imagens, a capacidade para entrar na Internet para consultar informações e até mesmo carregar novas funções” [HEF98].

Rede *wireless* refere-se a todo tipo de rede cuja conexão seja efetuada no conceito sem fios como por exemplo a transmissão de dados via rádio digital, rede locais sem cabeamento físico que utilizam de infravermelho ou frequências de microondas para conexão entre seus nós (estações) [SOU96].

O ambiente sem fio está emergindo como uma viável opção de meio de transmissão para rede de computadores. Em muitos casos existe uma combinação entre componentes de redes sem fios com componentes das redes cabeadas, denominanda de redes híbridas, porém o usuário, o software de rede e a LAN com fios não tomam conhecimento ou se preocupam com o fato de existir uma conexão sem fios [MIC96].

Para implantação de uma rede sem fios, com o objetivo de substituir ou complementar uma rede convencional, alguns aspectos devem ser analisados.

Inicialmente tem-se a questão da compatibilidade, uma rede sem fios deve interligar a outras redes. Além disso, uma rede sem fios deve ter aspectos de confiabilidade e todas as outras características comparáveis às redes convencionais. A questão da tecnologia a ser empregada também é um aspecto determinante em se tratando de utilização de redes sem fios [RES95].

Normalmente, as redes sem fios são utilizadas em locais e regiões onde não se tem um acesso terrestre (via linhas e cabos) disponíveis, assim sendo, uma rede sem fios permite que computadores portáteis (*laptop*) ou computadores que estejam em locais distantes sejam membros da sociedade das redes, compartilhando dados, informações e outros recursos da LAN como se estivessem conectados fisicamente a ela. Caso, por exemplo, deseja-se ligar duas unidades de uma empresa, que estão separadas por uma área de mata, sem infra-estrutura de telecomunicações entre elas, pode-se optar pela transmissão via rádio frequência.

As redes sem fios podem ser divididas em redes locais, redes locais estendidas, rede semi-móvel e computação móvel. A principal diferença entre estas categorias é a forma de transmissão.

As rede locais sem fios e redes locais estendidas sem fios são redes onde os transmissores e receptores ficam fixos em um lugar. As redes sem fios semi-móvel são redes onde o transmissor e/ou o receptor são móveis, porém, a distância para a comunicação entre os dois pontos (transmissor e receptor) é pequena, por exemplo, transmissão de coletores de dados do estoque de uma empresa. A computação móvel são pontos de uma rede, transmissor e/ou receptor, onde a comunicação é realizada de grandes distâncias, por exemplo, transmissão de um ponto de venda móvel.

As redes sem fios locais, redes sem fios locais estendidas e as redes semi-móveis utilizam-se de transmissores e receptores próprios da empresa na qual a rede opera, e a computação móvel utiliza-se de transmissores públicos como a rede de telefonia local e outros serviços públicos para transmitir e receber sinais.

Uma rede sem fios está dividida em áreas distintas de cobertura, chamadas células. Cada uma dessas células opera com um conjunto distinto de frequências ou com frequências idênticas, mas usadas de maneira conveniente e de forma a minimizarem as interferências. Em uma célula podemos identificar dois tipos de dispositivos: ponto de acesso e estação remota.

A estação remota é a unidade móvel, onde o usuário se instala e o ponto de acesso possui a função de gerenciar o transporte de informação das, e para as, estações remotas [RES95].

As redes de computadores sem fios utilizam três técnicas para a transmissão de dados: infravermelho, laser e ondas de rádio frequência [MIC96].

Atualmente as redes sem fios com transmissão por rádio frequência e por infravermelho estão em uso em muitas aplicações industriais, como coletas de dados na movimentação do estoque, etc [JOH97].

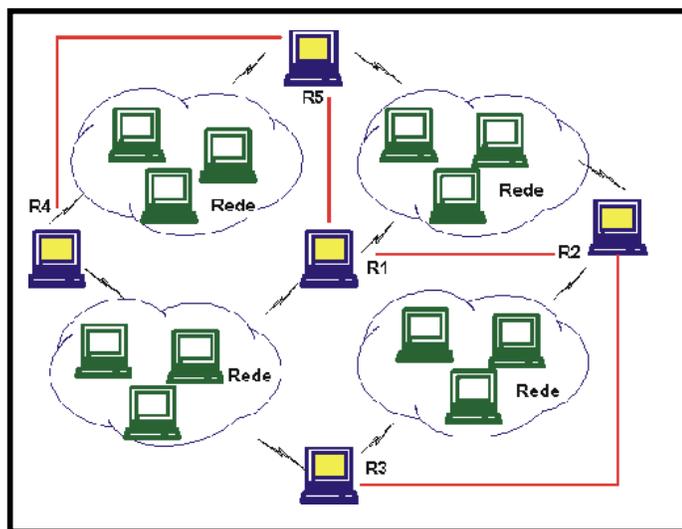


Figura 09: Diagrama de uma rede de computadores sem fios [PRO98]

### 3.1 REDES DE COMPUTADORES SEM FIOS COM TRANSMISSÃO POR INFRAVERMELHO

As redes sem fios com transmissão por infravermelho operam usando uma luz infravermelha que transmitem os dados entre os dispositivos. Aplicável a redes de uso local e semi-móvel, a transmissão de dados infravermelho converte pulsos elétricos de dados em sinais de luz, e retornando à pulsos elétricos no receptor.

A conexão para transmissão dos dados por infravermelho nas rede sem fios entre edifícios é realizada através de um raio de luz infravermelho dirigido e de alta velocidade tendo um alcance máximo relativo as dimensões de um campo de futebol. Isto economiza a despesa contínua de usar uma rede telefônica com linha dedicada para interconectar os dois locais. A segurança na transmissão dos dados é baixa pois basta algo interromper ou desviar o laser infravermelho dirigido para os dados transmitidos serem perdidos ou a comunicação ser

interrompida. A frequência irradiada pela transmissão infravermelho pode chegar na faixa de 100 THz.

Como vantagem, pode-se dizer que as redes infravermelho atingem velocidades maiores que os outros tipos de transmissão sem fios (16Mbps). Em contra partida, as redes infravermelho possuem as desvantagens de receberem interferência da iluminação do ambiente, raios do sol, chuva, neblina e não conseguem ultrapassar obstáculos como paredes [SOU96].

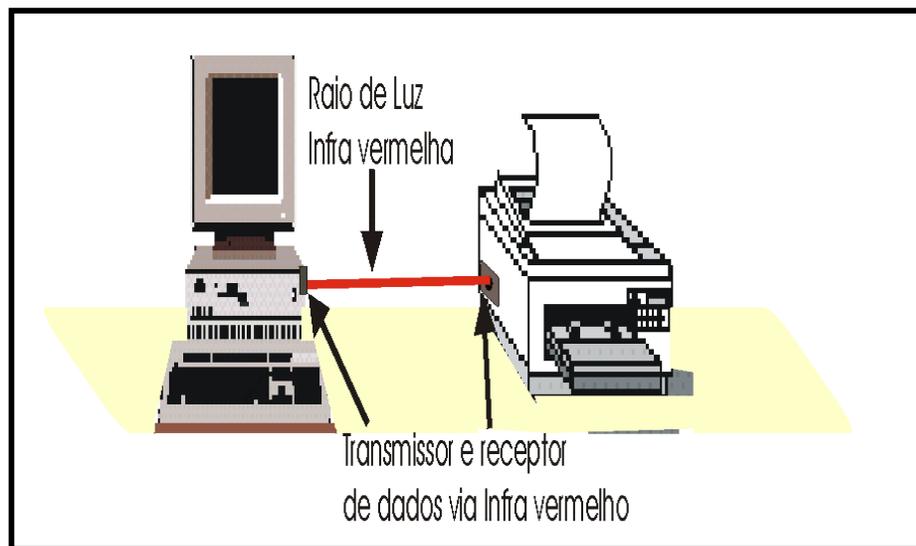


Figura 10: Representação de uma transmissão via infravermelho [KEE95]

### 3.2 REDES DE COMPUTADORES SEM FIOS COM TRANSMISSÃO POR LASER

A tecnologia das redes sem fios com transmissão por laser é similar a tecnologia do infravermelho na qual é necessário uma linha direta para o sinal, e se alguém ou algo bloqueia esta linha, a transmissão será interrompida [MIC96].

Os sistemas a laser são mais comumente utilizados para conexões ponto-a-ponto de longa distância, como a interligação de duas LANs em prédios separados, por exemplo. A distância entre os pontos de conexão é um dos principais pontos que diferenciam a utilização de sistemas *wireless* laser e sistemas *wireless* infravermelho. O primeiro, como já mencionado, é adequado à longas distâncias, enquanto o segundo é mais utilizado em ambientes internos (escritórios, oficinas, etc.), onde as distâncias entre os pontos de conexão são bem menores em relação às encontradas em ambientes externos.

Os sistemas baseados em tecnologia laser necessitam de visada direta entre os pontos para poder operar, isto é, o receptor deve estar na mesma linha do transmissor para haver comunicação entre os pontos de conexão [PRO98].

Assim com as transmissões por infravermelho, as transmissões por laser estão sujeitos a interferências climáticas como nevoeiros e chuvas que podem interromper a transmissão e não podem ultrapassar paredes [MIC96].

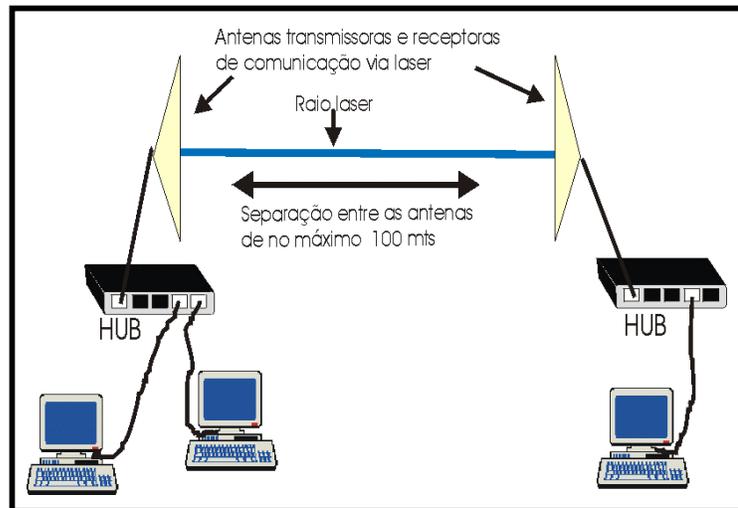


Figura 11: Representação de uma transmissão via laser [JOR94]

### 3.3 REDES DE COMPUTADORES SEM FIOS COM TRANSMISSÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA

A transmissão por rádio frequência consiste de uma emissão de frequências na qual a informação (áudio, vídeo e dados digitais) é adicionado em um processo chamado modulação como AM (*amplitude modulation* - modulação por amplitude) e FM (*frequency modulation* - modulação por frequência).

Segundo [KEE95], as redes sem fios com transmissão por rádio frequência geralmente utilizam sinais de alta frequência para fazer a comunicação entre as estações de trabalho e a unidade central. A unidade central é chamada transceptor (*transceiver*) que é conectada a uma porta do *hub*. O transceptor traduz o protocolo da rede sem fios de forma que seja compreendido pelo *hub* e basicamente, o transceptor é um roteador (*router*) ou uma ponte (*bridge*).

As redes sem fios de rádio frequência operam com placas de rede que possuem adaptador para antena, pelo qual recebem os dados da rede na forma de sinais de rádio. As placas com antenas são colocadas nos micros-computadores como as placas de rede tradicionais. As informações são recebidas pela antena do transceptor e enviadas pela rede. A estação de trabalho possui uma placa que é conectada a uma antena que envia solicitações da rede através do ar para o transceptor. Todas as informações são enviadas de um lado para outro entre dois transceptores como se fossem interfaces físicas de rede. As ondas de rádio frequência podem ser irradiados na faixa de 900 MHz à 6 GHz.

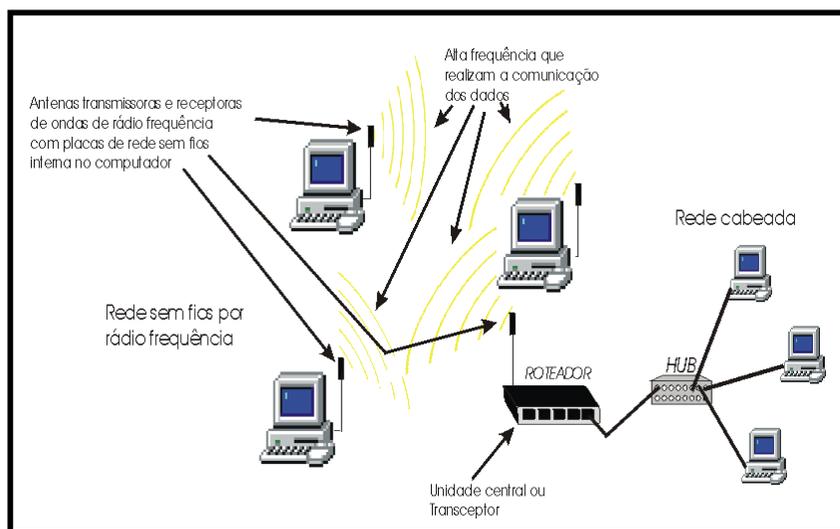


Figura 12: Diagrama de uma Redes sem fios com transmissão por rádio [KEE95]

Para um edifício que contenha várias redes diferentes, cada uma das redes devem operar com frequência diferente para que uma não interfira na outra [SOU96].

As redes de computadores sem fios de rádio frequência utilizam duas técnicas para a transmissão dos dados: simples frequência (*Narrow-Band*) e ondas de rádio por propagação de espectro (*Spread Spectrum*) [MIC96].

### 3.3.1 TRANSMISSÃO DE DADOS POR ONDAS DE RÁDIO DE SIMPLES FREQUÊNCIA

A tecnologia empregada nas redes sem fios por ondas de rádio de simples frequência é semelhante a radiodifusão de uma estação de rádio. O usuário ajusta o transmissor e o receptor em uma certa frequência, podendo operar na faixa de frequência de 18 GHz. Este tipo de transmissão atinge velocidades de até 15 Mbps e consegue ultrapassar obstáculos

como paredes finas. Entretanto, não pode atravessar aço ou transmitir através de paredes mais grossas [MIC96].

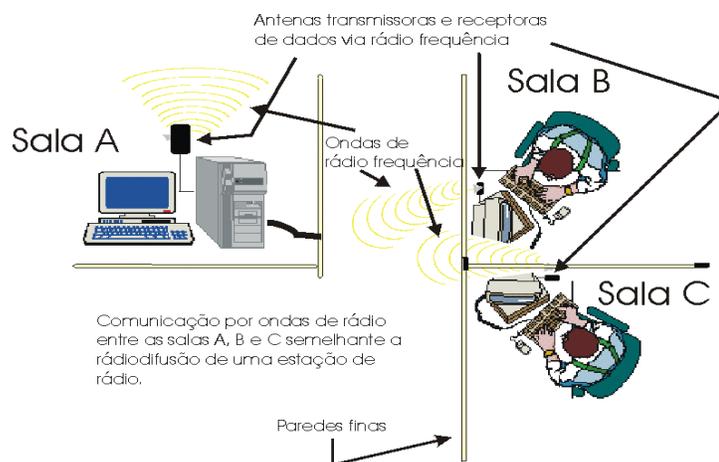


Figura 13: Representação de uma transmissão de dados por ondas de simples frequência

### 3.3.2 TRANSMISSÃO DE DADOS POR ONDAS DE RÁDIO COM A PROPAGAÇÃO DE ESPECTRO

Redes de rádio frequência por *spread spectrum* (propagação de espectro) estão representando um papel crescente na conexão de redes, em sensores e em sistemas de controles. Essencialmente, o *spread spectrum* é uma técnica na qual o sinal transmitido é propagado sobre um parâmetro de frequência que é maior do que a faixa de transmissão normalmente solicitado para transmitir informações. O propósito é melhorar a taxa de erro do bit na presença de ruído ou interferência [JOH97].

Os sistemas *Spread Spectrum* utilizam sequências binárias no processo de modulação, conferindo aos sistemas características especiais, não alcançáveis por métodos convencionais. Entre elas destacam-se uma grande imunidade à interferências e um alto nível de segurança contra a interceptação da informação [MAR95].

A tecnologia das redes sem fios com transmissão por ondas de rádio com a propagação de espectro (*Spread Spectrum*) possui um uso crescente em aplicações para transmissões sem fios. A transmissão por ondas de rádio com propagação de espectro consegue ultrapassar obstáculos com mais eficiência do que outros tipos de transmissão sem fios, isto porque utiliza-se de frequências menores (902 a 928 MHz, 2,4 a 2,5 GHz e 5,7 a 5,9 GHz), e

disponibiliza velocidades de até 2 Mbps (baixa em relação aos outros tipos de transmissão em redes sem fios) [SOU96].

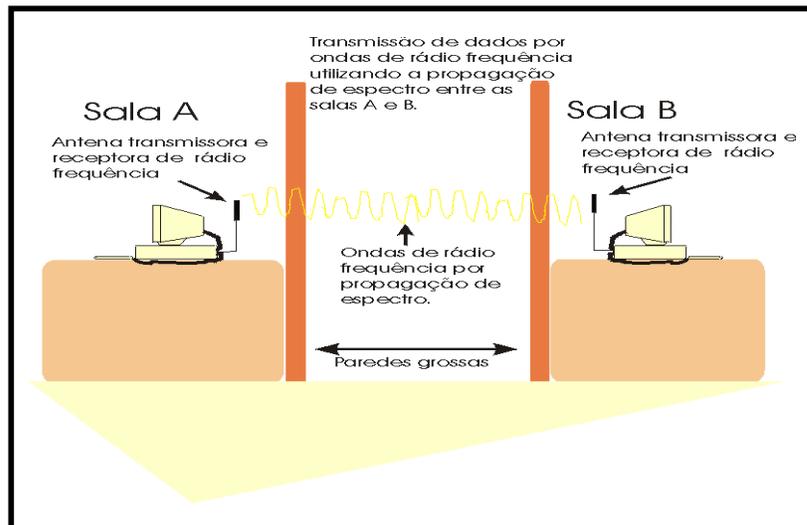


Figura 14: Representação de uma transmissão por rádio com propagação de espectro

A disponibilidade das frequências são divididas dentro de canais ou níveis. São duas as maneiras utilizadas para propagar o espectro de um sinal sobre uma faixa de transmissão: **salto em frequência** (*frequency hopping*) e **sequência direta** (*direct sequence*).

- a) No método do salto em frequência a informação é transmitida por um conjunto de frequências portadoras, ocorrendo individualmente em instantes de tempo diferentes e em uma sequência que obedece a um padrão pseudo-aleatório, isto é, a propagação do espectro adapta-se em uma onda específica por um período de tempo predeterminado e então desvia para uma onda diferente. Uma sequência de ondas determina a cronometragem e os computadores em uma rede são todos sincronizados por esta onda cronometrada [RES95];

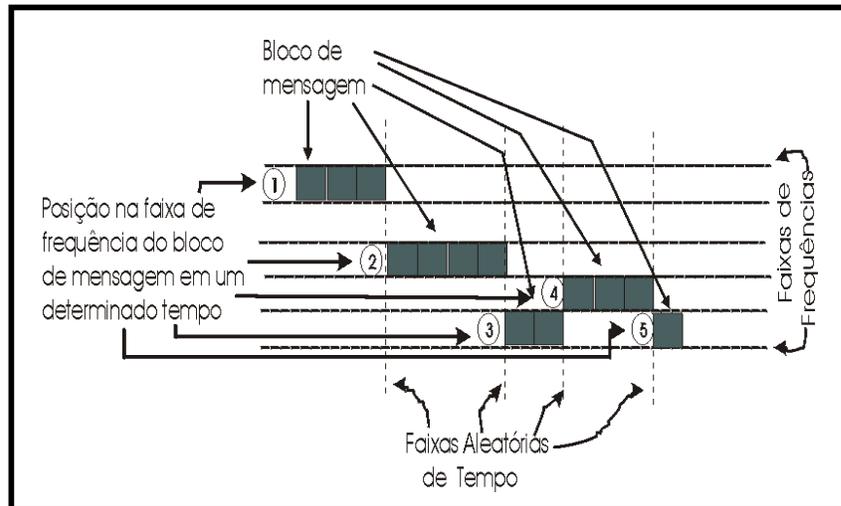


Figura 15: Representação do método de salto em frequência [CAL88]

- b) No método de sequência direta são utilizados um código de propagação para codificar a informação a ser transmitida. Este código associa, a cada bit da mensagem original, um número de bits. Assim, o código e a mensagem original são finalmente transmitidos. O método de sequência direta propaga o sinal sobre uma faixa específica. Esta faixa varia dependendo do padrão de transmissão. O método de sequência direta é usado normalmente em áreas de coberturas extensas com muito espaço aberto [CAL88].

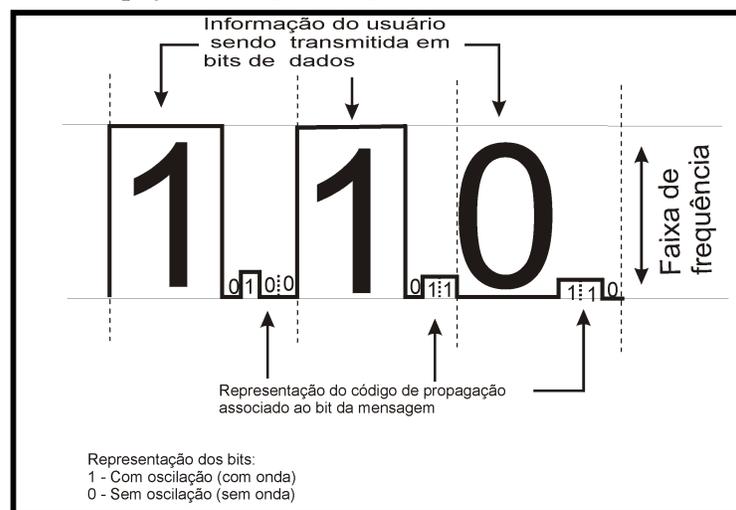


Figura 16: Representação do método de sequência direta [CAL88]

Para impedir que os usuários não autorizados usem a radiodifusão, o transmissor e o receptor utilizam-se de um código. A velocidade típica de 250 Kbps (kilobits por segundo) faz deste método muito mais lento do que os outros. Entretanto, algumas implementações podem

oferecer velocidades de 2 Mbps para distâncias de 14 quilômetros ao ar livre e 132 metros em lugares fechados [MIC96].

### **3.3.3 TÉCNICAS PARA TRANSMISSÃO DE RÁDIO FREQUÊNCIA**

As técnicas de transmissão por rádio frequência são sistemas que apresentam características diferentes para a comunicação de dados.

Para a transmissão de dados por rádio frequência são utilizados os sistemas **TDMA**, **CDMA** e **W-CDMA**.

#### **3.3.3.1 O SISTEMA TDMA**

O TDMA (*Time Division Multiple Access*) é uma técnica de transmissão por rádio frequência de segunda geração com alta capacidade, permitindo a implementação de algoritmos de detecção e correção de erros [ROC95].

O TDMA aloca para transmissão dos pacotes de dados um único canal de frequência por um tempo curto e então move os pacotes de dados para outro canal de frequência. A técnica de acesso usada no TDMA consiste de três usuários dividindo uma frequência suporte de 30 kHz [PRO98].

A técnica de acesso do TDMA é utilizada pela *European digital standard*, GSM (Groupé Spécial Mobile), e pela *Japanese digital standard*. A razão pela escolha da técnica de acesso do TDMA por todas estas instituições de padronização foi devido o fato dela permitir algumas características vitais para a operação do sistema em um celular avançado ou ambiente PCS [PRO98].

Atualmente, no TDMA, são suportados serviços tanto de comutação de circuitos quanto de pacotes. O serviço de comutação de circuitos suporta a transferência de arquivos como linhas síncronas dedicadas. A transferência de arquivos pode ser de duas maneiras. A primeira maneira é não transparente, baseada no protocolo RLP (*Radio Link Protocol*) com facilidades no controle de fluxo e retransmissão de blocos. O segundo modo de transferência é transparente, no qual o usuário define a taxa de transmissão, ficando dependente da qualidade do canal de rádio frequência [ROC95].

O sistema TDMA é designado para uso em uma variedade de circunstâncias e situações, que vão do uso em um escritório no centro da cidade até um usuário viajando em alta velocidade em uma rodovia. O sistema também suporta uma variedade de serviços para fins do usuário, tal como voz, dados, fax, serviços de pequenas mensagens, e difusão de mensagens. O TDMA oferece uma interface aérea flexível, provendo um alto desempenho a respeito de capacidade, cobertura, e ilimitado suporte de mobilidade e capacidade para tratar os diferentes tipos de necessidades do usuário. Hoje, o TDMA é uma técnica acessível sendo utilizada em operação comercial em muitos sistemas [PRO98].

Maiores informações sobre o sistema TDMA podem ser também encontradas em [MIT94] e [INT97].

### **3.3.3.2 O SISTEMA CDMA**

O CDMA (*Code Division Multiple Access*) é uma técnica de transmissão rádio frequência de terceira geração e, portanto, uma alternativa para o sistema TDMA [ROC95].

Este sistema é baseado na propagação de sinais de rádio (*Spread Spectrum*) onde um transmissor espalha ou difunde o sinal de rádio, conforme uma sequência determinada, sobre uma ampla gama de frequências. Na recepção, o sinal só poderá ser detectado por receptores que conheçam a sequência da difusão [ROC95].

O princípio central do CDMA é o uso do som (canal de voz) como ondas portadoras e larguras de banda muito maiores do que as requeridas para comunicação simples ponto-a-ponto na mesma taxa de dados [PRO98].

O CDMA fornece atualmente um canal duplex para comunicação dos dados com uma taxa máxima de 9600 bps. Além disso, sendo um sistema totalmente digital, não há necessidade de equipamento extra, como modem, para a comunicação dos dados [ROC95].

Este sistema de comunicação digital tem sido usado para aplicações militares por muitos anos. O uso do CDMA para aplicações comerciais tornou-se possível devido a dois desenvolvimentos evolucionários. Um foi a possibilidade de baixo custo e circuitos integrados de alta densidade digital, os quais reduzem o tamanho, peso e custo das estações assinantes para um nível aceitável. O outro foi fazer com que a comunicação de acesso múltiplo

requerida a todas as estações usuárias regulem suas potências de transmissores para o mais baixo, para que adquiram sinal com qualidade adequada [PRO98].

Maiores informações sobre o sistema CDMA podem ser também encontradas em [INT97] e [CDM98].

### **3.3.3.3 TDMA X CDMA**

Desde a introdução do CDMA em 1989, o mundo da comunicação sem fio tem sido ocupado por um debate sobre os méritos do TDMA e CDMA – um debate cujo fervor faz lembrar, as vezes, de um debate religioso.

Os defensores do CDMA tem afirmado a eficiência da largura da banda de frequência que é 13 vezes maior do que a do TDMA. Além disto, eles observam que a tecnologia de divisão do espectro é mais segura e oferece maior qualidade de transmissão do que o TDMA porque aumenta a resistência contra distorção por múltiplos caminhos.

Os defensores do TDMA apontam que não existe um sucesso maior comprovado da tecnologia CDMA em relação as capacidades observadas. Além disso, eles apontam que os teóricos melhoramentos na eficiência da largura de banda observados no CDMA estão agora começando a ter esta diferença diminuída em relação a tecnologia TDMA que vem melhorando. Ainda falta a palavra final neste debate. Porém, parece claro que para um futuro próximo no mínimo, o TDMA permanecerá como a tecnologia dominante no mercado de comunicação sem fio [PRO98].

Maiores informações podem ser encontradas em [INT97].

### **3.3.3.4 O SISTEMA W-CDMA**

O sistema W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) é um sistema de transmissão de dados sem fio de grande largura de banda baseado num vasto espectro de métodos.

O sistema W-CDMA desempenha um importante papel em concretizar comunicações móveis multimídia, porque tem quase o mesmo desempenho de transmissão das comunicações com fios.

Distribuindo serviços de multimídia, o sistema W-CDMA requer um desempenho adicional comparado com os padrões sem fios de hoje. O W-CDMA suporta tanto comunicações por comutação de pacotes como circuitos, assim como *browsers*-internet e serviços telefônicos, respectivamente [PRO98].

Maiores informações sobre o sistema W-CDMA podem ser também encontradas em [QUA98].

### 3.4 O PADRÃO PARA REDES LOCAIS SEM FIOS IEEE 802.11

O grupo de trabalho 802 do Instituto dos Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), é responsável pela definição do padrão IEEE 802.11 para as redes locais sem fios.

O padrão proposto especifica três camadas físicas (*PHY - physic*) e apenas uma subcamada de controle médio de acesso (*MAC - Medium Access Control*).

- ***Frequency Hopping Spread Spectrum Radio PHY (camada física do protocolo de transmissão em ondas de rádio com propagação de espectro por salto em frequência)*** : Esta camada fornece operação 1 Mbps, com 2 Mbps opcional. A versão de 1 Mbps utiliza 2 níveis da modulação GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*), e a de 2 Mbps utiliza 4 níveis da mesma modulação;
- ***Direct Sequence Spread Spectrum Radio PHY (camada física do protocolo de transmissão em ondas de rádio com propagação de espectro por sequência direta)*** : Esta camada provê operação em ambas as velocidades (1 e 2 Mbps). A versão de 1 Mbps utiliza da modulação DBPSK (*Differential Binary Phase Shift Keying*), enquanto que a de 2 Mbps usa modulação DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*);
- ***Infrared PHY***: Esta camada fornece operação 1 Mbps, com 2 Mbps opcional. A versão de 1 Mbps usa modulação 16-PPM (*Pulse Position Modulation* com 16 posições), e a versão de 2 Mbps utiliza modulação 4-PPM.

A subcamada MAC é subdividida em dois sistemas: sistema de estação e sistema de distribuição.

- a) O sistema de estação fornece os seguintes serviços: autenticação, desautenticação, privacidade e transmissão da subcamada da unidade de dados MAC (MADU - *MAC Sublayer Data Unit*);
- b) O sistema de distribuição fornece os serviços de: associação, desassociação, distribuição, integração e reassociação.

As estações podem operar em duas situações distintas:

1. **Configuração Independente:** Cada estação se comunica diretamente entre si, sem a necessidade de instalação de infra-estrutura. A operação dessa rede é fácil, mas a desvantagem é que a área de cobertura é limitada. Estações com essa configuração estão no serviço BSS (*Basic Service Set* – Conjunto de serviços básicos);
2. **Configuração de Infra-estrutura:** Cada estação se comunica diretamente com o ponto de acesso que faz parte do sistema de distribuição. Um ponto de acesso serve as estações em um BSS e o conjunto de BSS é chamado de ESS (*Extended Service Set* – conjunto de serviços estendidos).

Além dos serviços acima descritos, o padrão ainda oferece as funcionalidades de *roaming* dentro de um ESS e gerenciamento de força elétrica (as estações podem desligar seus *transceivers* para economizar energia).

O protocolo da subcamada MAC é o CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance* – Acesso múltiplo com detecção da portadora evitando colisões) [IEE99].

### 3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE UM PROJETO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE SEM FIOS

Segundo [SOL98], a implementação de uma rede sem fios em um prédio e entre prédios, necessita de ampla pesquisa. Na implantação de uma rede sem fios em um prédio são encontradas paredes ou divisórias e na implementação entre prédios são encontrados também outros obstáculos como árvores.

Não se pode dizer exatamente quais equipamentos para redes sem fios serão operados em algumas circunstâncias sem uma pesquisa prévia.

O projeto para implementação de uma rede cabeada e de uma rede sem fios são similares. Porém, o projeto para implementação da rede sem fios também analisa as condições que a transmissão necessita. A complexidade e as considerações de uma projeto depende do tamanho da rede que se deseja implementar.

As considerações mais importantes são: o número de locais (pontos da rede) envolvidos, o terreno e a distância entre os locais. A qualificação do local é o primeiro passo para determinar se uma rede sem fios é uma possível solução.

A complexidade de um projeto depende das questões de configurações que uma rede apresenta:

- a) **configuração simples** - esta configuração está normalmente em uma rede ponto-à-ponto na qual sua transmissão não ultrapassa seis milhas e onde o espaço entre as duas localizações é livre de obstáculos. Em redes sem fios implantadas em um prédio, este pode ser o tipo de configuração predominante, pois estas apresentam apenas algumas paredes da estrutura. Este tipo de configuração apresenta um projeto básico, sem muita complexidade;
- b) **configuração complexa** – esta é uma configuração de rede sem fios ponto-à-ponto onde sua transmissão ultrapassa seis milhas e onde a transmissão encontra obstáculos e/ou desvios de caminho. Esta configuração pode ser encontrada em redes sem fios com transmissões entre prédios ou implementada em um prédio que contenha diversas salas e/ou inúmeras paredes.

Para o desenvolvimento de um projeto com o objetivo de implementar uma rede sem fios, uma equipe deve ser montada com pessoas que tenham experiência em redes tradicionais e pessoas que tenham experiência na transmissão por rádio frequência.

Entre os principais itens que um projeto determina estão incluídos:

- a) a configuração do sistema e o desempenho dos objetivos;

- b) o custo, vantagens e desvantagens das alternativas de configurações para melhor desempenho dos objetivos;
- c) o *layout* recomendado para obtenção de um melhor custo e desempenho dos objetivos.

O projeto deve também determinar as questões:

- a) o usuário, aplicação e equipamentos da rede que serão conectados. Isto detalha a configuração da rede que é instalada ou que é planejada para instalação em um prédio ou salas onde haverão as transmissões;
- b) o melhor conjunto de componentes sem fios para as aplicações em redes sem fios é composto por roteadores, pontes, *hubs* e clientes, bem como cabos e antenas. O projeto determinará a melhor composição destes componentes para a aplicação;
- c) o caminho livre requerido entre as antenas. Uma linha de transmissão limpa deve existir entre os locais onde ficam as antenas;
- d) o lugar específico onde cada componente deve estar localizado. As pontes, roteadores e *hubs* são normalmente localizados na sala do computador ou em uma sala fechada colocada com os servidores;
- e) a escolha do uso da configuração ponto-à-ponto ou multi-ponto. A maioria das redes sem fios podem ser configuradas com uma opção para operação multi-ponto. Existem exceções específicas na qual podem ser apontadas por pessoas experientes na implantação de redes;
- f) fontes potenciais de interferência nas faixas de RF (Rádio Frequência) alternativas. Para conexões complexas em ambientes onde as linhas tendem a estar ocupadas, pode ser também necessário checar os sinais com um analisador de espectro. Análise de espectro pode descobrir e pode medir fontes potenciais de interferência em qualquer faixa de RF selecionada;

- g) regulamentação local, estadual e federal. É importante conhecer a existência de uma regulamentação apropriada para o desenvolvimento, instalação e transmissão de uma rede sem fios.

Os resultados do projeto deverão ser apresentados conforme segue:

- a) descrição do planejamento da conexão da rede e seus objetivos para desempenho e custo;
- b) descrição do que já foi feito com parte do projeto;
- c) registro escrito dos resultados do projeto;
- d) planejamento e especificações necessárias para implementar um rede sem fios;
- e) proposta que inclui detalhes de custos para instalação e manutenção da rede.

O resultado final de um projeto deve ajudar em uma rápida implementação da rede sem fios, na efetivação de seus custos e em sua confiabilidade [SOL98].

## 4 DESENVOLVIMENTO DO PRÓTOTIPO

O protótipo de sistema que será apresentado a seguir tem por objetivo ilustrar uma das diversas aplicações para rede de computadores sem fios. O protótipo de sistema refere-se ao uso da tecnologia sem fios na coleta de dados em atendimentos comerciais, especificamente para restaurantes.

### 4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O protótipo apresenta o uso de uma rede sem fios via rádio frequência como uma solução para agilização no atendimento em restaurantes.

No método tradicional de atendimento nos restaurantes são apontados os seguintes problemas:

- a) a demora do processo do atendimento, pois o atendente tem que escrever o pedido do cliente e levá-lo ao balcão e aguardar para pegar as bebidas solicitadas e retornar a mesa do cliente;
- b) erros de interpretação da comanda (talão onde se marca o pedido feito pelos clientes para controle de consumo), pois como os pedidos são escritos, alguns dados podem ser ilegíveis causando muitas vezes a entrega errada do pedido e se o pedido for digitado por uma segunda pessoa, que muitas vezes é o balconista ou o caixa, em um sistema de computador, os dados ilegíveis causam também problemas na entrada de dados;
- c) desorganização na armazenagem e/ou perda das comandas, pois as comandas são guardadas em locais que não são seguros e muitas vezes de forma desorganizada, o que pode causar erro na cobrança da conta do cliente.

Basicamente, os problemas associados à execução atual dessas tarefas, podem ser resumidamente atribuídas à demora, desorganização e ao alto índice de erros.

Pretende-se solucionar os problemas, através da utilização do protótipo, considerando:

- a) que não haverá mais a demora. O atendente não irá mais ao balcão para entregar comandas de pedidos, apenas será necessário dirigir-se ao balcão para buscar o

pedido já pronto para ser entregue ao cliente, assim o atendente terá mais tempo para atender outros clientes;

- b) como os próprios atendentes é que entram com os dados do pedido no sistema através dos coletores de dados, não existe problemas de interpretação nas comandas de pedidos e conseqüentemente a entrada errada dos dados do pedido no sistema;
- c) que não existirão mais problemas relativos a desorganização e armazenagem dos pedidos, pois os pedidos dos clientes serão armazenados em um banco de dados no computador, o que oferece segurança e rapidez no acesso as informações;
- d) fechar o caixa com maior rapidez, uma vez que os dados estarem armazenados em um banco de dados.

O único problema previsto que pode causar erros no atendimento está na digitação errada de algum pedido no coletor de dados pelo atendente. Como as entradas dos dados no coletor de dados se dá através da digitação de códigos, o atendente pode errar algum destes códigos, ou pela troca de algum número ou pelo excesso de confiança que o atendente pode ter em saber o código do produto.

## **4.2 MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO**

Para representar a especificação do protótipo, apresentado neste trabalho, utilizou-se de uma linguagem gráfica livre, que segundo [MEN89] não está baseada em princípios.

O protótipo foi implementado utilizando o ambiente gráfico *Delphi 3.0* e o banco de dados utilizado foi o *Paradox 7.0*.

O Delphi é um ambiente desenvolvido pela *Inprise Inc. (Borland)* para criação de aplicações para ambiente *Windows* que utiliza a metodologia de programação baseada em eventos. A linguagem utilizado no ambiente gráfico *Delphi* é o *Pascal Object*, linguagem descendente do *Pascal* que possibilita a programação orientada a objetos.

O *Paradox* é um banco de dados relacional, isto é, armazena informações em tabelas lógicas constituídas de linhas e colunas e são utilizados para armazenar, manipular e acessar os dados. O banco de dados *Paradox* é integrado ao *Delphi*, por isso, torna mais fácil manipulá-lo juntamente com o *Delphi*.

## 4.3 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS ENVOLVIDAS

Foram incorporadas ao desenvolvimento do protótipo diversas outras técnicas e tecnologias como coletores de dados, placas de rede sem fios e protocolo de comunicação.

### 4.3.1 COLETORES DE DADOS

Os coletores de dados, como o próprio nome sugere, servem para realizar a coleta de dados em locais onde geralmente é exigida certa mobilidade na coleta.

Tipicamente, os coletores de dados transmitem e recebem dados através da rádio frequência, porém alguns coletores de dados realizam a comunicação utilizando de outros métodos da tecnologia sem fios e também outros que armazenam os dados coletados para que sejam transmitidos futuramente à um computador através de um cabo (serial).

As aplicações para os coletores de dados são diversas. Na maioria das vezes os coletores de dados são utilizados para fins comerciais.

O coletor de dados é utilizado no protótipo para realizar o atendimento no restaurante. Este realiza a comunicação dos dados via rádio frequência por propagação de espectro a uma velocidade de 4.800 bps (bits por segundo).

O coletor de dados, utilizado no protótipo, foi desenvolvido pela empresa Heurístic Automação e sua estrutura é formada por :

1. tela de cristal líquido (LCD – Líquid Crystal Display), com 1 linha por 16 colunas, marca PANASONIC;
2. teclado de membrana, numérico e teclas para enviar e cancelar dados;
3. componente PIC 16C84-04/P 9728CBW que possuem dois conjuntos de módulos de controles:

- A. o detector das teclas que foram pressionadas para serem mostradas no LCD;
  - B. os módulos de placas de rede para transmissão e recepção de dados por rádio frequência;
4. componente que realiza o controle da tela de cristal líquido PIC 16F84-04/P 9740CAN, verificando a voltagem recebida pelo módulo de detector do teclado e a intensidade (luminosidade) dos dados mostrados no LCD.

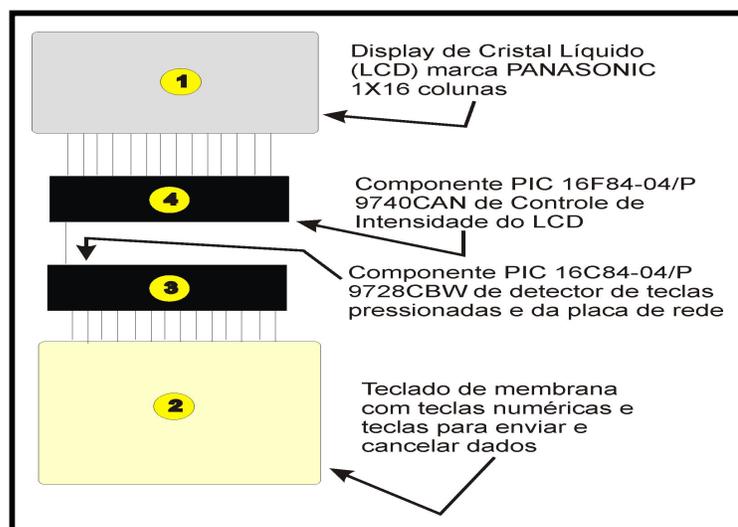


Figura 17: Diagrama da estrutura do coletor de dados

### 4.3.2 PLACAS WIRELESS

As placas de rede tornam possível a comunicação de dados entre computadores. A diferença entre as placas de rede para comunicação sem fios e as placas de rede cabeada estão nos módulos que a compõe. Obviamente, as placas de redes para comunicação sem fios possuem componentes transmissores e receptores que permitem a comunicação sem fios. Basicamente, em relação como são tratados os dados para a comunicação, as placas de rede não possuem diferenças.

As placas de rede para a comunicação sem fios via rádio frequência utilizadas no protótipo foram desenvolvidas pela TELECONTROLLI [TEL99] e possuem basicamente dois módulos. O primeiro módulo é referente a recepção dos dados por rádio frequência. O segundo módulo é referente a transmissão dos dados por rádio frequência.

### 4.3.2.1 MÓDULO DE TRANSMISSÃO

Permite realizar uma transmissão por rádio frequência O modelo deste módulo é RT4 – módulo transmissor de rádio frequência com antena externa. Suas dimensões são de 17,78 mm X 10,16 mm e transmite em uma frequência de 433.9 MHz.

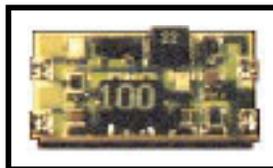


Figura 18: Módulo transmissor [TEL99]

As principais características do módulo transmissor de dados por rádio frequência são apresentados na tabela 01:

CARACTERÍSTICAS	MIN	MAX	UNIDADE
Voltagem para funcionamento	2	14	V DC (volts)
Corrente para funcionamento	4	4	mA (mili Amperes)
Frequência de trabalho	303,8	433,92	MHz (megahertz)
Velocidade de transmissão	1600	4800	Bps (bits por Segundo)
Temperatura de operacionalização	-25	+80	°C (graus Celsius)
Alcance da frequência		60	m (metros)

TABELA 01: CARACTERÍSTICAS DO MÓDULO TRANSMISSOR [TEL99]

### 4.3.2.2 MÓDULO DE RECEPÇÃO

Segundo a TELECONTROLLI [TEL99], este módulo realiza a recepção garantindo a integridade dos dados mesmo na presença de ruídos. Basicamente, o receptor recebe a voltagem dos dados transmitidos, transforma esta voltagem em oscilações, realiza uma filtragem e amplificação destas oscilações e compara as oscilações da onda descartando as oscilações diferentes. O modelo deste módulo é RR3 – receptor de rádio frequência super regenerativo. Suas dimensões são de 38,1 mm X 12,7 mm e recebe em uma frequência de 433.9 MHz.

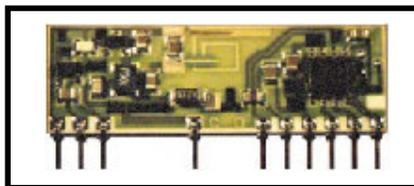


Figura 19: Módulo receptor [TEL99]

As características principais deste módulo são apresentados na tabela 02:

CARACTERÍSTICAS	MIN	MAX	UNIDADE
Voltagem para abastecimento	4,5	5,5	V DC (volts)
Corrente para abastecimento	2,5	3	mA (microamperes)
Frequência de trabalho	200	450	MHz (megahertz)
Temperatura para operacionalização	-25	+80	°C (graus Celsius)

TABELA 02: CARACTERÍSTICAS DO MÓDULO RECEPTOR [TEL99]

### 4.3.3 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Podemos definir um protocolo de comunicação de dados como um conjunto de regras que controla a comunicação para que a mesma seja eficiente e sem erros. Um dos objetivos principais do protocolo é detectar e evitar a perda de dados ao longo da transmissão.

O protocolo nada mais é que um *software* ou programa de computador que recebe ou envia os dados a serem transmitidos, controlando o início e o final das mensagens transmitidas com um *caracter* especial, a confirmação de recebimento, a sequência das mensagens ou blocos de dados transmitidos, a detecção de erros e outros controles necessários a uma boa comunicação.

O protocolo utilizado para a comunicação de dados no protótipo foi desenvolvido, assim como o coletor de dados, pela empresa Heuristic Automação, utilizando a linguagem assembler. Realiza a comunicação no tipo assíncrona, isto é, não possui vínculo com tempo podendo ser iniciada ou terminada a qualquer instante, não possuindo também limitações no tamanho da mensagem, pois a transmissão é realizada de 8 em 8 bits (*caracter* por *caracter*).

O protocolo utilizado no protótipo realizam as seguintes passos:

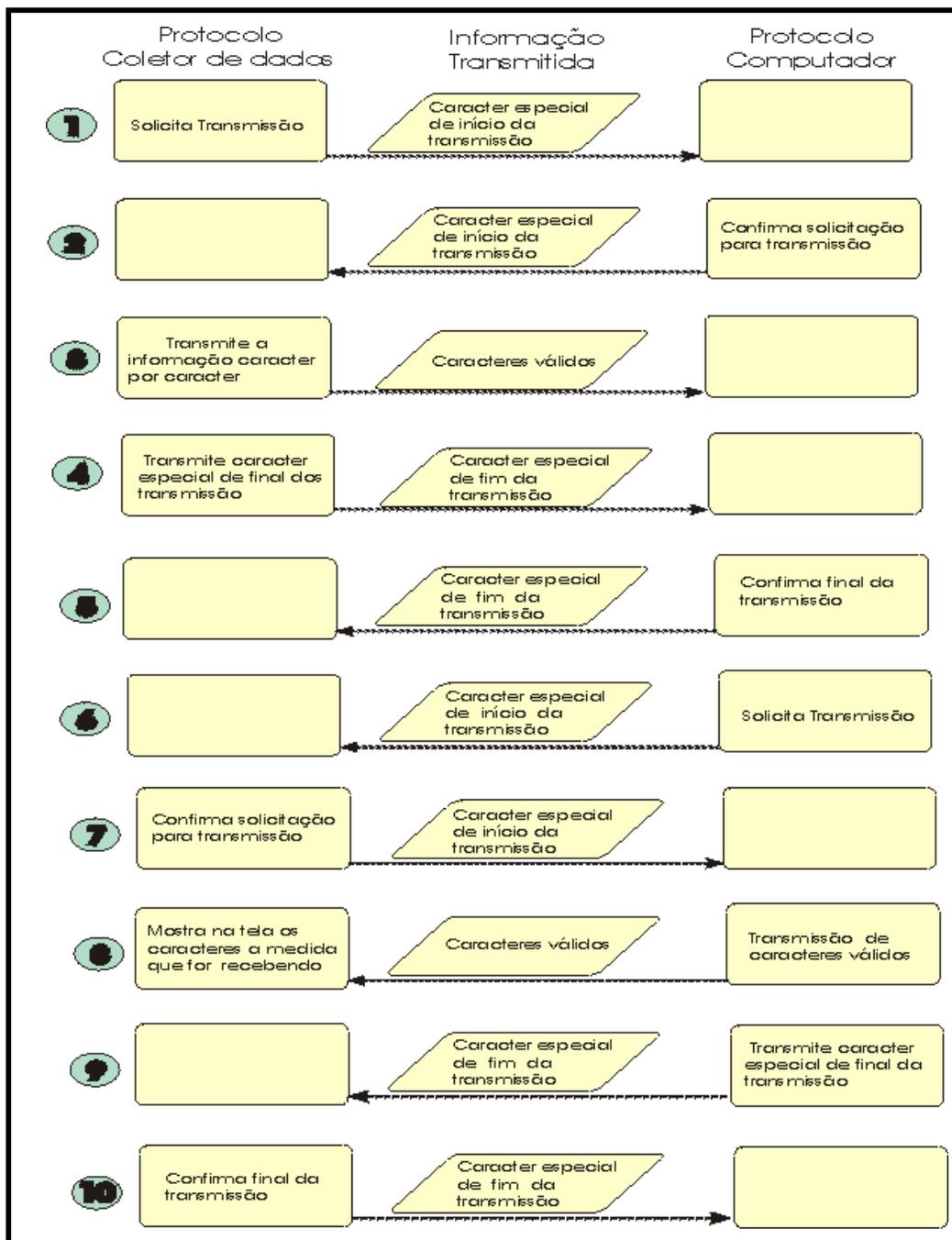


Figura 20: Diagrama do fluxo de transmissão

- **passo 1** – o protocolo de comunicação, que está na placa de rede sem fios no coletor de dados, transmite um *caracter* especial de início de transmissão ao computador para solicitar a realização de uma transmissão e aguarda uma

confirmação do protocolo de comunicação que está na placa de rede sem fios no computador;

- **passo 2** – o protocolo que está no computador retransmite o *caracter* especial de início de transmissão ao coletor de dados confirmando que poderá ser realizada a transmissão, aguardando assim, a transmissão de *caracteres* válidos;
- **passo 3** – O protocolo que está no coletor de dados transmite a informação, *caracter* por *caracter*, ao computador. O protocolo que está no computador armazena os *caracteres* recebidos em uma variável acumulativa chamada buffer;
- **passo 4** – Após a transmissão de todos os *caracteres* válidos (informação) pelo coletor de dados, o protocolo no coletor de dados transmite um *caracter* especial de fim de transmissão, informando o final da transmissão da informação (*caracteres* válidos);
- **passo 5** – O protocolo que está no computador retransmite o *caracter* especial de fim de transmissão ao coletor de dados confirmando o final da transmissão;

Se a informação transmitida for o código do atendente ou o código do produto, são realizados os passos seguintes. Caso for o número da mesa ou a quantidade do produto solicitado, os passos seguintes não são realizados, retornando a transmissão ao passo 1.

- **passo 6** – o protocolo de comunicação transmite ao coletor de dados um *caracter* especial de início de transmissão ao coletor de dados para informar que será iniciada uma transmissão;
- **passo 7** – o protocolo no coletor de dados retransmite o *caracter* especial de início de transmissão ao computador confirmando que poderá ser iniciada a transmissão;
- **passo 8** – o protocolo, que está no computador, ao receber a retransmissão do *caracter* especial de início de transmissão, começa a transmitir os *caracteres* válidos, um por um, da informação. O protocolo que está no coletor de dados, por sua vez, mostra os *caracteres* na tela de cristal líquido a medida que forem sidos recebidos;

- **passo 9** – após a transmissão dos caracteres válidos (informação), o protocolo no computador transmite um *character* especial de fim de transmissão, informando que a informação (*caracteres* válidos) já foram totalmente transmitida;
- **passo 10** – o protocolo no coletor de dados retransmite o *character* especial de fim de transmissão ao computador para confirmar o término da transmissão.

Para efeito de tratamento de erros, o protocolo de comunicação transmite cada informação válida três vezes e o computador compara os dados recebidos verificando se a informação válida recebida são números entre 0 e 9. Caso alguma informação válida recebida estiver fora deste parâmetro, está é descartada pelo servidor ficando a informação que estiver entre este parâmetro.

O protocolo de comunicação, que transforma os dados a serem transmitidos em sinais digitais pelo canal de rádio frequência utilizando a propagação de espectro, está gravado no componente PIC 16C84-04/P 9728CBW localizado na placa de rede sem fios que é utilizada pelo computador e pelo coletor de dados.

## 4.4 ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para o desenvolvimento da especificação levou-se em consideração todo o ambiente de funcionamento do protótipo que inclui outras tecnologias e técnicas como o coletor de dados, as placas de rede sem fios e o protocolo de comunicação.

### 4.4.1 AMBIENTE DO PROTÓTIPO

O protótipo utiliza-se da tecnologia de comunicação sem fios demonstrando uma aplicação comercial em uma estrutura cliente/servidor.

Em uma estrutura cliente/servidor, todos os programas, arquivos, base de dados e serviços que são utilizados pela rede de computadores estão centralizados em um único computador, chamado servidor. Os clientes são os computadores que, interligados na rede, utilizam-se do servidor para acionar os programas, arquivos, base de dados e serviços desejados. Na maioria dos casos, os clientes acionam os serviços desejados no servidor e realizam o processamento destes serviços no próprio cliente. Porém em alguns casos, os

clientes não possuem, ou quase não possuem, poder de processamento, realizando este no próprio servidor.

Para o ambiente do protótipo, utiliza-se como clientes os coletores de dados que realizam a entrada dos dados utilizados. O protótipo implementa a parte servidor da estrutura onde ficam localizadas as bases de dados, os cadastros e a consultas de movimentação do atendimento. A principal função do protótipo é realizar o controle de recepção dos dados.

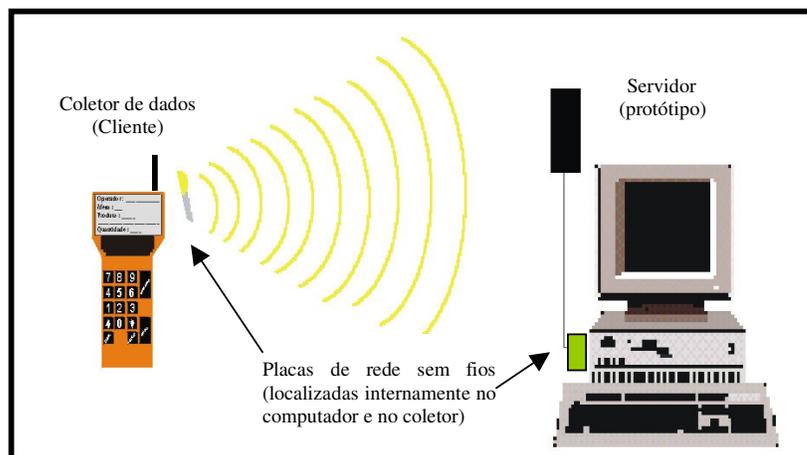


Figura 21: Ilustração do ambiente do sistema protótipo

#### 4.4.2 DIAGRAMAÇÃO DO PROTÓTIPO

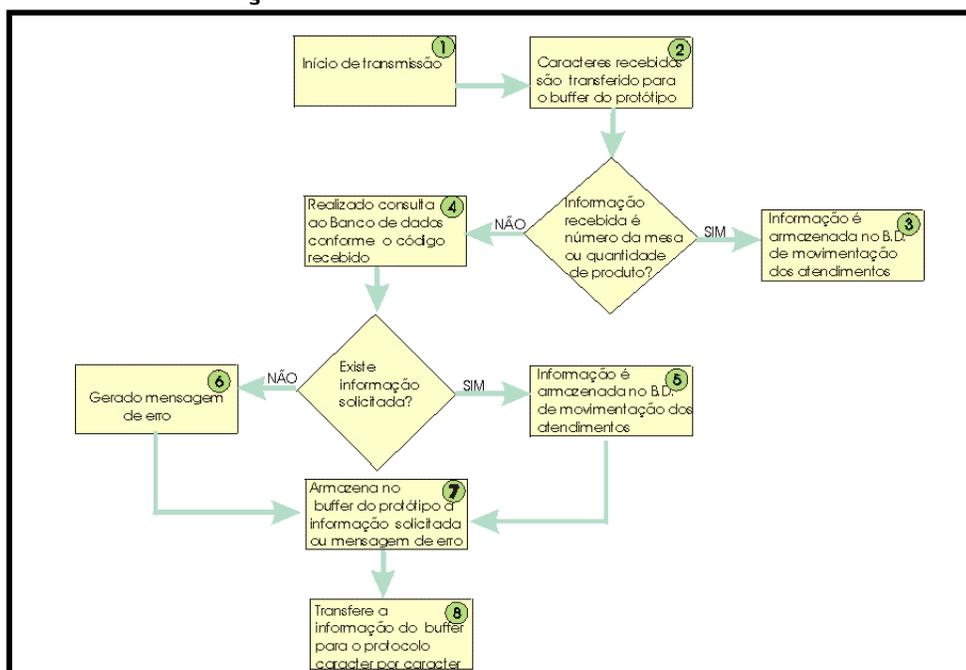


Figura 22: Representação gráfica do protótipo

- **processo 1:** o protocolo da placa de rede no coletor de dados solicita início da comunicação, transmitindo um *caracter* especial para informar o início da transmissão de *caracteres* válidos (ver *protocolo de comunicação - diagrama do fluxo de transmissão*);
  - **processo 2:** todos os caracteres válidos que foram recebidos pelo computador são transferidos pelo protocolo para o buffer do protótipo, agrupando a informação (código);
  - **processo 3:** dependendo da ordem de recebimento da informação, se esta for o número da mesa ou a quantidade solicitada do produto, é armazenada no banco de dados da movimentação dos atendimentos;
  - **processo 4:** caso a informação recebida e armazenada no buffer do protótipo for o código do atendente ou o código do produto, é realizada uma consulta ao banco de dados relativo a espécie do código recebido;
  - **processo 5:** se o código recebido existir no sistema, este é armazenado banco de dados da movimentação dos atendimentos;
  - **processo 6:** caso o código consultado não exista no banco de dados relativo a espécie do código, será gerada uma mensagem de erro informando que não existe a informação solicitada;
  - **processo 7:** a informação ou a mensagem que foi gerada pela consulta ao banco de dados relativo ao código recebido é armazenada no buffer do protótipo;
  - **processo 8:** o protocolo de comunicação que está na placa de rede do computador transfere a informação que está no buffer do protótipo, *caracter* por *caracter*, e transmite para o coletor de dados (ver *protocolo de rede – diagrama do fluxo de transmissão*)
- Obs:** O *Paradox 7.0* é o banco de dados utilizado na implementação e mencionado na diagramação do protótipo. Referência sobre ele pode ser encontrado em “Métodos de especificação e ferramentas utilizadas na implementação do protótipo”, neste mesmo capítulo.

### 4.4.3 DIAGRAMAÇÃO DOS DADOS TRANSMITIDOS PELO COLETOR

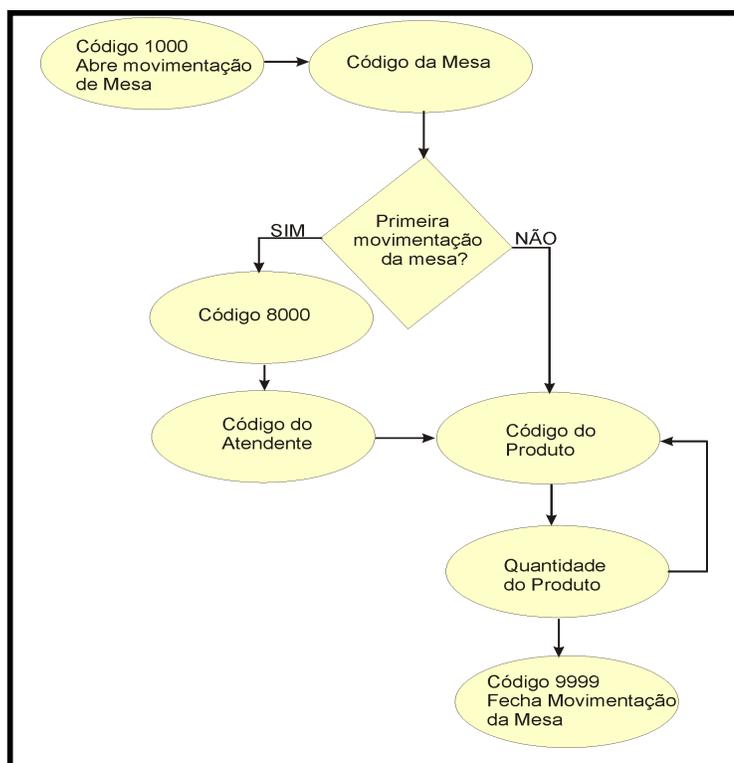


Figura 23: Representação gráfica dos dados transmitidos pelo coletor

É digitado o código 1000 no coletor e transmitido ao computador para informar a abertura de uma movimentação em uma mesa, o próximo código transmitido pelo coletor deve ser o código da mesa que está sendo realizado a movimentação de pedidos.

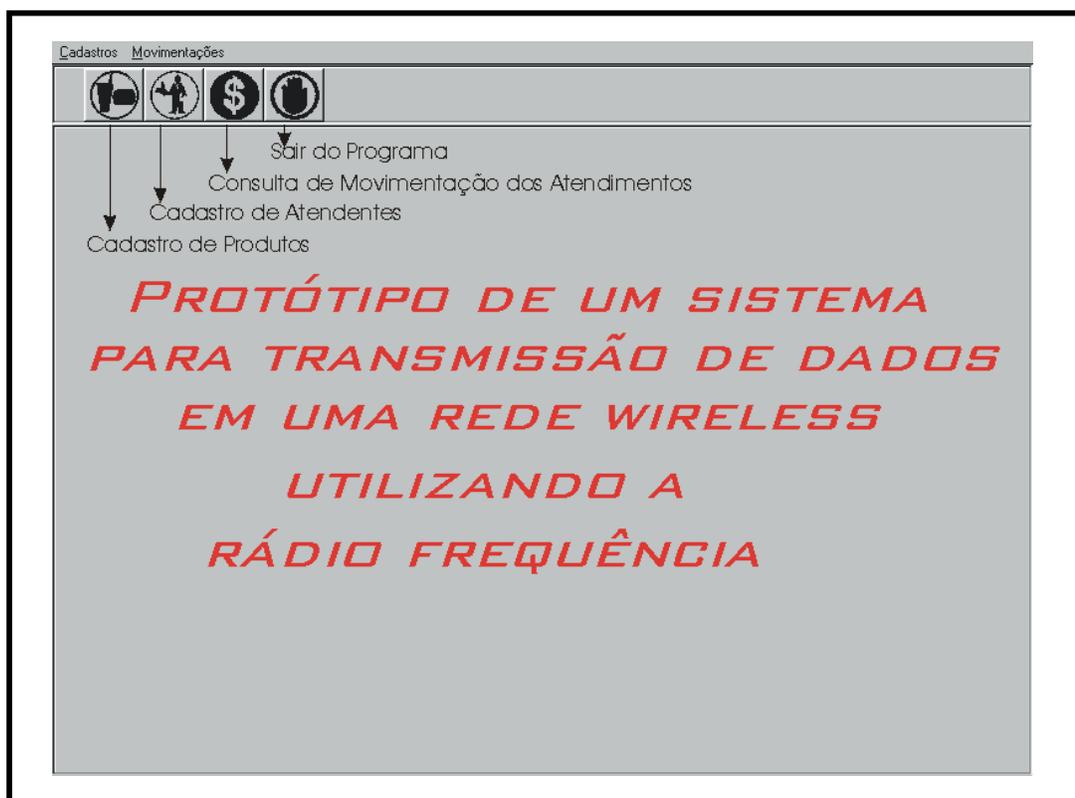
Caso for o primeira movimentação de pedidos da mesa realizada pelo atendente, deve-se transmitir o código 8000 para informar ao computador que o próximo código a ser transmitido será o código do atendente e em seguida deve-se transmitir o código do atendente. Se não for a primeira movimentação de pedidos da mesa realizada pelo atendente, não há necessidade de transmitir o código 8000 e, por sua vez, código do atendente.

Os próximos códigos que devem ser transmitido pelo coletor, independente de se for ou não a primeira movimentação de pedidos, são o código do produto solicitado e a quantidade solicitada do produto até que seja transmitido o código 9999 informando ao computador que está sendo encerrado a movimentação de pedidos desta mesa.

## 4.5 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Como já mencionado, o protótipo foi desenvolvido no ambiente de programação Delphi 3.0.

NA **Tela 01** é apresentada a tela principal do programa. Na tela principal encontram-se os as opções dividido em cadastros e movimentações, e os botões de atalho para as outras telas do sistema (cadastro de produtos, cadastro de atendente, consulta da movimentação dos atendimentos e sair do programa).



TELA 01: TELA PRINCIPAL

A **Tela 02** apresenta a tela de cadastro de produtos. Através desta tela pode-se 'Cadastrar', 'Alterar' e 'Apagar' dados do produtos. Para o cadastro de produtos são solicitados o código, o nome e o valor do produto. Ao lado direito da tela é apresentado uma lista dos produtos cadastrados, melhorando a visualização dos produtos cadastrados.

**Cadastro de Produtos**

Cadastrar Alterar Apagar

Código 9

Nome pizza mussarela

Valor 13,50

1	cerveja skol
2	cerveja brahma
3	coca-cola
4	guarana brahma
5	x-salada
6	x-egg
7	pizza quatro queijos
8	pizza frango

OK Cancela Sair

TELA 02: CADASTRO DE PRODUTOS

Na **tela 03** é apresentado o cadastro de atendentes. Através desta tela pode-se 'Cadastrar', 'Alterar' e 'Apagar' dados sobre os atendentes. Para o cadastro dos atendentes, o protótipo solicita o código e o nome do atendente. Ao lado direito da tela é apresentado um lista dos atendentes cadastrados para efeito de consulta.

**Cadastro de Atendentes**

Cadastrar Alterar Apagar

Código 4

Nome Zebedeu da Silva

1	Jairo Anderson de Valgas
2	Joao Amorim
3	Andre Azevedo
5	Jucenildo Oliveira

OK Cancelar Sair

TELA 03: CADASTRO DE ATENDENTES

A **Tela 04** apresenta a consulta da movimentação dos atendimentos. Nesta tela é possível ‘Consultar’ os atendimentos da mesa e ‘Encerrar’ a conta da mesa. Apenas é solicitado nesta tela o número da mesa desejada e é informado o nome do atendente e na lista a direita é mostrado os nomes dos produtos e a quantidade solicitada pela mesa, juntamente com os valores totais de cada pedido. Ao final é apresentado o total da conta da mesa.

Cadastros Movimentações

*Consulta de Movimentação dos Atendimentos*

Mesa

Atendente

**Produtos solicitados**

Nome	Qtde.	Valor
cerveja brahma	2	4,00
coca-cola	1	1,00
pizza frango	1	15,00

Valor Total R\$

TELA 04: CONSULTA DA MOVIMENTAÇÃO DOS ATENDIMENTOS

## 5 CONCLUSÕES

Desde o início da pesquisa que resultou este trabalho, os objetivos eram conhecidos e estavam bem definidos, ou seja, pesquisar os aspectos relevantes sobre as redes de comunicações sem fios (*wireless*) e sobre a comunicação de dados via rádio frequência, como também a especificação e implementação de um protótipo de um sistema para transmissão de dados em um ambiente *wireless* utilizando a rádio-frequência. Após a conclusão do trabalho várias são as considerações:

Em relação a **pesquisa bibliográfica**, os maiores problemas concentraram-se na dificuldade de conseguir os assuntos que fossem relevantes na elaboração deste trabalho, pois foram encontrados diversos documentos em diversas bibliografias à respeito do assunto em questão porém poucos eram relevantes, e na falta de uma referência básica para as redes de comunicações sem fios e principalmente para a comunicação de dados via rádio frequência.

Quanto a **especificação do protótipo**, apesar de possuir uma fundamentação sobre o funcionamento e implementação das rotinas do protótipo, foi necessário que o orientador ajudasse quanto a elaboração da especificação do protótipo. Portanto, a especificação do protótipo foi a etapa mais difícil de ser realizada, porém o objetivo final foi alcançado.

Em **relação a implementação**, não houve maiores problemas. Os equipamentos que foram utilizados na elaboração ambiente do protótipo foram o que demandaram maiores preocupações. Os equipamentos utilizados na elaboração do ambiente do protótipo são as placas de rede para transmissão sem fios e o coletor de dados.

Quanto a **experiência adquirida**, concluiu-se que as redes de computadores sem fios são úteis em situações onde não é possível a instalação de uma rede de computadores cabeada, porém é preferível quando possível, optar pela instalação de uma rede de computadores cabeada pois, as redes de computadores cabeadas possuem uma maior taxa de transmissão de dados e sua instalação trazem menores problemas do que as redes de computadores sem fios.

As desvantagens de uma rede sem fios são o seu custo e a segurança devido a possibilidade de interceptação de mensagens por terceiros. Além disso, interferências de fontes como luzes e outros podem causar problemas.

Se for necessária a instalação de uma rede de computadores sem fios, sugere-se, em função das pesquisas, optar pela transmissão via rádio frequência por propagação de espectros. Apesar de sua taxa de transmissão ser menor do que as outras redes de computadores sem fios, tem-se a vantagem de não ter problemas com interferências externas como paredes, alterações climáticas, etc.

As etapas de especificação e implementação do protótipo serão utilizadas para fins comerciais, proporcionando assim, uma continuidade ao trabalho.

Como **continuidade do trabalho** realizado, sugere-se a realização de estudos e implementações sobre os outros tipos de redes de comunicação sem fios.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [CAL88] CALHOUN, George. **Cellular mobile radio telephone**. Artech House: Norwood – MA, 1988.
- [CDM98] CDMA Development Group. San Francisco/EUA, 1998. [www.cdg.org](http://www.cdg.org)
- [GOM95] GOMES, Alcides Tadeu. **Telecomunicações – Transmissão, recepção, sistemas pulsados**. Érica: São Paulo, 1995.
- [HEF98] HEFTMAN, Gene. **The wide world of wireless heads for generation 3**. Microwaves & RF, Agosto. Penton Publication, 1998.
- [IEE99] IEEE Computer Society 802.11 Working Group for Wireless LAN. NewYork/EUA, 1999. <http://stdsbbs.ieee.org/groups/802/11/index.html>
- [INT97] IEC – International Engineering Consortium. Chicago/EUA, 1997. [www.webproforum.com](http://www.webproforum.com)
- [JOH97] JOHNSON, Dick, MORRIS, Henry M.. **Wired!**. Control Engineering, Maio, 1997.
- [JOR94] JORDAN, Larry; CHURCHILL, Bruce. **Comunicações e redes com PC**. Axcel Books: Rio de Janeiro, 1994.
- [KEE95] KEE, Eddie. **Redes de computadores ilustrada**. Axcel Books : Rio de Janeiro, 1995.
- [LAS95] LASTER, J. D.; REED, J. H.. **A Survey of adaptive single channel interference rejection techniques for wireless communications**. Kluwer Academic Publishers: Norwell, Massachusetts/EUA, 1995.
- [MAR95] MARTINEZ, Angel A.G., JESZENSZKY, Paul J.E.. **Geradores não lineares de sequências para uso em sistemas *spread spectrum***. 13<sup>o</sup> Simpósio brasileiro de telecomunicações. Sociedade Brasileira de Telecomunicações: Campinas, 1995.

- [MEL98] MELCHIORS, Cristina. **Arquitetura Internet**. UFRGS: Porto Alegre, 1998.  
<http://penta.ufrgs.br/Esmilda/arquitetura.html>
- [MEN89] MENDES, Sueli, AGUIAR, Tereza Cristina. **Métodos para especificação de sistemas**. Ed: Edgard: São Paulo, 1989.
- [MIC96] MICROSOFT Corporation. **Networking essentials: hands-on self-paced training for local and wide area networks**. Microsoft Press : Washington, 1996.
- [MIN97] MINOLLI, Daniel. **Telecommunications technology handbook**. Artech House: Norwood/EUA, 1997.
- [MIT94] MITRE Corporation. **TDMA System Description**. Virginia/EUA, 1994.  
[www.caasd.org/Papers/MTR/94w035.index.html#toc](http://www.caasd.org/Papers/MTR/94w035.index.html#toc)
- [NEW95] NEWZOW, Martin. **Implementing wireless networks**. : McGraw-Hill: São Paulo, 1995.
- [NUN89] NUNES, José R. Soares. **Comunicação de dados: conceitos básicos**. Ed. Sociedade cultural e beneficente Guilherme Guinle: Rio de Janeiro, 1989.
- [OLI90] OLIVEIRA, Fernando J.. **Redes locais nas empresas**. Ed. Campus: Rio de Janeiro, 1990.
- [PEN88] PENNA, Rubens M. **Teleprocessamento BSC 3 – conceitos, aplicações e protocolo**. Ed: Érica: São Paulo, 1988.
- [PRO98] PROENÇA Jr., Mario Lemes. **Curso de redes**. UEL: 1998.  
<http://www.uel.br/adm/proenca/curso-redes-graduação/1998>
- [QUA99] QUALCOMM Incorporated. **We're Building the wireless world**. Qualcomm: San Diego/EUA, 1999. [www.qualcomm.com](http://www.qualcomm.com)
- [RES95] RESENDE, Nélio A.T. de, ROMANO, João M.T., YACOUB, Michel D.. **Rede local sem fios: considerações sobre o projeto de uma plataforma de**

- acesso.** 13<sup>o</sup> Simpósio brasileiro de telecomunicações. Sociedade Brasileira de Telecomunicações: Campinas, 1995.
- [ROC95] ROCHOL, Juergen, BARCELOS, Marcelo B., PUFAL, Henrique E.. **Análise comparativa dos sistemas AMPS, TDMA e CDMA de telefonia celular móvel em serviços de comunicação de dados.** 13<sup>o</sup> Simpósio brasileiro de telecomunicações. Sociedade Brasileira de Telecomunicações: Campinas, 1995.
- [SAS96] SASSER, Suzan B.. **Instalando a sua própria rede.** Ed. Makron Books: São Paulo, 1996.
- [SIL97] SILVA, R.C., AUGUSTIN, L., et-alli. **Programação em rede.** UFSM: Santa Maria/RS, 1997. <http://www.ufsm.br/projetos/anais/1997/ct/progra~2.htm>.
- [SOA86] SOARES, Luiz F. Gomes. **Redes locais.** Ed.Campus: Rio de Janeiro, 1986.
- [SOL98] SOLECTEK Corporation. **The Importance of site surveys.** Network Access Solutions: Dublin, 1998.
- [SOU96] SOUSA, Lindeberg Barros de. **Redes – Transmissão de dados, voz e imagem.** Editora Érica : São Paulo, 1996.
- [TA177] TAROUCO, Liane M. Rockenbach. **Redes de comunicação de dados.** LTC - Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro,1977.
- [TAR86] TAROUCO, Liane Margarida R.. **Redes de computadores locais e de longa distância.** McGraw-Hill: São Paulo :, 1986.
- [TEL99] TELECONTROLLI. **Placas wireless.** Casoria / Italia, 1999.

## 7 ANEXOS

### 7.1 ANEXO 01 - FONTE DO PROGRAMA

```
unit Uprototipo;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  Db, DBTables, Buttons, StdCtrls, Menus, ExtCtrls, Mask, DBCtrls, Grids,
  DBGrids, WinPort;

type
  TF1Principal = class(TForm)
    MainMenu1: TMainMenu;
    Cadastros1: TMenuItem;
    Produtos1: TMenuItem;
    Atendentes1: TMenuItem;
    Sair1: TMenuItem;
    Consultas1: TMenuItem;
    Atendimentos1: TMenuItem;
    PnCadProdutos: TPanel;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    EdCdProduto: TEdit;
    EdNmProduto: TEdit;
    EdVIProduto: TEdit;
    BtOkProduto: TBitBtn;
    BtCancProduto: TBitBtn;
    BtSairProduto: TBitBtn;
    SbCadastraProduto: TSpeedButton;
    SbAlteraProduto: TSpeedButton;
    SbApagaProduto: TSpeedButton;
    TbProduto: TTable;
    DataSource1: TDataSource;
    DgProduto: TDBGrid;
    PnCadAtendente: TPanel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    EdCdAtendente: TEdit;
    EdNmAtendente: TEdit;
    SbCadastraAtendente: TSpeedButton;
    SbApagaAtendente: TSpeedButton;
    SbAlteraAtendente: TSpeedButton;
  end;
end;
```

BtOkAtendente: TBitBtn;  
BtcancAtendente: TBitBtn;  
BtSairAtendente: TBitBtn;  
DgAtendente: TDBGrid;  
TbAtendente: TTable;  
DataSource2: TDataSource;  
PnMovimentacao: TPanel;  
Label8: TLabel;  
BtEncConta: TBitBtn;  
Label9: TLabel;  
V: TLabel;  
EdMesaMovimentacao: TEdit;  
EdAtendenteMovimento: TEdit;  
BtSairMovimentacao: TBitBtn;  
TbAtendimento: TTable;  
DataSource4: TDataSource;  
TbComanda: TTable;  
DataSource5: TDataSource;  
SqlProdutos: TQuery;  
Label10: TLabel;  
Panel1: TPanel;  
SbProduto: TSpeedButton;  
SbAtendente: TSpeedButton;  
SbMovimentacao: TSpeedButton;  
SbSair: TSpeedButton;  
PnPrincipal: TPanel;  
Label21: TLabel;  
Label18: TLabel;  
Label19: TLabel;  
N1: TMenuItem;  
BtProcurar: TBitBtn;  
BtCancelaMovimentacao: TBitBtn;  
Label11: TLabel;  
SgSolicitado: TStringGrid;  
Label12: TLabel;  
Label13: TLabel;  
Label14: TLabel;  
EdValTotal: TEdit;  
WinPort1: TWinPort;  
PnVerTransmissao: TPanel;  
Memo1: TMemo;  
Memo2: TMemo;  
Memo3: TMemo;  
Label15: TLabel;  
Label16: TLabel;  
BtVer: TBitBtn;  
BtSairVer: TBitBtn;  
Label17: TLabel;  
Label20: TLabel;

```

procedure LimpaPaineis;
procedure SbCadastraProdutoClick(Sender: TObject);
procedure BtOkProdutoClick(Sender: TObject);
procedure EdVIProdutoChange(Sender: TObject);
procedure LimpaProduto;
procedure LimpaAtendente;
procedure DgProdutoCellClick(Column: TColumn);
procedure SbAlteraProdutoClick(Sender: TObject);
procedure SbApagaProdutoClick(Sender: TObject);
procedure BtSairProdutoClick(Sender: TObject);
procedure Produtos1Click(Sender: TObject);
procedure Sair1Click(Sender: TObject);
procedure SbCadastraAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure SbAlteraAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure SbApagaAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure DgAtendenteCellClick(Column: TColumn);
procedure BtOkAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure BtSairAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure BtcancAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure Atendentes1Click(Sender: TObject);
procedure EdNmAtendenteChange(Sender: TObject);
procedure BtCancProdutoClick(Sender: TObject);
procedure Atendimentos1Click(Sender: TObject);
procedure LimpaMovimentacao;
procedure BtSairMovimentacaoClick(Sender: TObject);
procedure BtProcurarClick(Sender: TObject);
procedure BtEncContaClick(Sender: TObject);
procedure BtCancelaMovimentacaoClick(Sender: TObject);
procedure SbProdutoClick(Sender: TObject);
procedure SbAtendenteClick(Sender: TObject);
procedure SbMovimentacaoClick(Sender: TObject);
procedure SbSairClick(Sender: TObject);
procedure WinPort1DataChange(Sender: TObject; const Value: Word);
procedure tratamento;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
function Compara(buf:string;s:string) : boolean;
procedure FormDestroy(Sender: TObject);
procedure procura;
procedure BtVerClick(Sender: TObject);
procedure BtSairVerClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  F1Principal: TF1Principal;

```

implementation

```
{ $R *.DFM }
var
  buffer, regs, regist : string;
  ant, i, trans : integer;
  quant,atendente,certo,abre:boolean;
procedure TF1Principal.LimpaPaineis;
begin
  PnPrincipal.Visible:=false;
  PnCadProdutos.Visible:=false;
  PnCadAtendente.Visible:=false;
  PnMovimentacao.Visible:=false;
end;

procedure TF1Principal.LimpaProduto;
begin
  EdCdProduto.Clear;
  EdNmProduto.Clear;
  EdVIProduto.Clear;
  EdCdProduto.Enabled:=true;
  EdNmProduto.Enabled:=true;
  EdVIProduto.Enabled:=true;
  BtOkProduto.Enabled:=true;
  BtCancProduto.Enabled:=true;
  SbCadastraProduto.Enabled:=true;
  SbAlteraProduto.Enabled:=true;
  SbApagaProduto.Enabled:=true;
end;

procedure TF1Principal.DgProdutoCellClick(Column: TColumn);
begin
  BtOkProduto.Enabled:=False;
  BtCancProduto.Enabled:=False;
  EdCdProduto.Enabled:=false;
  EdNmProduto.Enabled:=false;
  EdVIProduto.Enabled:=false;
  EdCdProduto.Text:=TbProduto.FieldName('Cod_Produto').AsString;
  EdNmProduto.Text:=TbProduto.FieldName('Nome_Produto').AsString;
  EdVIProduto.Text:=TbProduto.FieldName('Valor').AsString;
end;

procedure TF1Principal.SbCadastraProdutoClick(Sender: TObject);
begin
  LimpaProduto;
  TbProduto.Insert;
  BtOkProduto.Enabled:=False;
  BtCancProduto.Enabled:=False;
  BtOkProduto.Tag:=0;
```

```

    SbCadastraProduto.Enabled:=False;
    SbAlterarProduto.Enabled:=False;
    SbApagaProduto.Enabled:=False;
    EdCdProduto.SetFocus;
end;

procedure TF1Principal.BtOkProdutoClick(Sender: TObject);
begin
    case tag of
    0: begin
        TbProduto.FieldName('Cod_Produto').AsString:=EdCdProduto.text;
        TbProduto.FieldName('Nome_Produto').AsString:=EdNmProduto.text;
        TbProduto.FieldName('Valor').AsString:=EdVlProduto.text;
        TbProduto.Post;
        end;
    end;
    LimpaProduto;
end;

procedure TF1Principal.EdVlProdutoChange(Sender: TObject);
begin
    if EdVlProduto.text <> " " then
        begin
            BtOkProduto.Enabled:=True;
            BtCancProduto.Enabled:=True;
        end
    else
        begin
            BtOkProduto.Enabled:=False;
            BtCancProduto.Enabled:=False;
        end;
end;

procedure TF1Principal.SbAlterarProdutoClick(Sender: TObject);
begin
    TbProduto.Edit;
    EdCdProduto.Enabled:=true;
    EdNmProduto.Enabled:=true;
    EdVlProduto.Enabled:=true;
    BtCancProduto.Enabled:=true;
    SbCadastraProduto.Enabled:=False;
    SbAlterarProduto.Enabled:=False;
    SbApagaProduto.Enabled:=False;
    EdCdProduto.SetFocus;
    BtOkProduto.Tag:=0;
end;

procedure TF1Principal.SbApagaProdutoClick(Sender: TObject);
begin

```

```

    EdCdProduto.Enabled:=false;
    EdNmProduto.Enabled:=false;
    EdVlProduto.Enabled:=false;
    SbCadastraProduto.Enabled:=False;
    SbAlteraProduto.Enabled:=False;
    SbApagaProduto.Enabled:=False;
    BtOkProduto.Enabled:=False;
    BtOkProduto.Tag:=1;
    if MessageDlg('Deseja realmente cancelar?', mtConfirmation,
    [mbOk , mbCancel],0)= mrOk then
        TbProduto.Delete;
    LimpaProduto;
end;

procedure TF1Principal.BtSairProdutoClick(Sender: TObject);
begin
    TbProduto.Close;
    PnCadProdutos.Visible:=False;
    LimpaProduto;
    PnPrincipal.Visible:=True;
end;

procedure TF1Principal.Produtos1Click(Sender: TObject);
begin
    LimpaPaineis;
    PnCadProdutos.Visible:=True;
    TbProduto.Open;
    LimpaProduto;
end;

procedure TF1Principal.Sair1Click(Sender: TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TF1Principal.LimpaAtendente;
begin
    EdCdAtendente.Clear;
    EdNmAtendente.Clear;
    EdCdAtendente.Enabled:=true;
    EdNmAtendente.Enabled:=true;
    BtOkAtendente.Enabled:=true;
    BtCancAtendente.Enabled:=true;
    SbCadastraAtendente.Enabled:=true;
    SbAlteraAtendente.Enabled:=true;
    SbApagaAtendente.Enabled:=true;
end;

procedure TF1Principal.SbCadastraAtendenteClick(Sender: TObject);

```

```

begin
    LimpaAtendente;
    TbAtendente.Insert;
    EdCdAtendente.Enabled:=true;
    EdNmAtendente.Enabled:=true;
    BtOkAtendente.Enabled:=False;
    BtCancAtendente.Enabled:=False;
    BtOkAtendente.Tag:=0;
    SbCadastraAtendente.Enabled:=False;
    SbAlterarAtendente.Enabled:=False;
    SbApagaAtendente.Enabled:=False;
    EdCdAtendente.SetFocus;
end;

procedure TF1Principal.SbAlterarAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    TbAtendente.Edit;
    EdCdAtendente.Enabled:=true;
    EdNmAtendente.Enabled:=true;
    SbCadastraAtendente.Enabled:=False;
    SbAlterarAtendente.Enabled:=False;
    SbApagaAtendente.Enabled:=False;
    EdCdAtendente.SetFocus;
    BtOkAtendente.Tag:=0;
    BtCancAtendente.Enabled:=true;
end;

procedure TF1Principal.SbApagaAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    EdCdAtendente.Enabled:=false;
    EdNmAtendente.Enabled:=false;
    SbCadastraAtendente.Enabled:=False;
    SbAlterarAtendente.Enabled:=False;
    SbApagaAtendente.Enabled:=False;
    BtOkAtendente.Enabled:=False;
    BtOkAtendente.Tag:=1;
    if MessageDlg('Deseja realmente cancelar?', mtConfirmation,
        [mbOk , mbCancel],0)= mrOk then
        TbAtendente.Delete;
    LimpaAtendente;
end;

procedure TF1Principal.DgAtendenteCellClick(Column: TColumn);
begin
    BtOkAtendente.Enabled:=False;
    BtCancAtendente.Enabled:=False;
    EdCdAtendente.Enabled:=false;
    EdNmAtendente.Enabled:=false;
    EdCdAtendente.Text:=TbAtendente.FieldName('Cod_Atendente').AsString;

```

```

    EdNmAtendente.Text:=TbAtendente.FieldByName('Nome').AsString;
end;

```

```

procedure TF1Principal.BtOkAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    case tag of
    0: begin
        TbAtendente.FieldByName('Cod_Atendente').AsString:=EdCdAtendente.text;
        TbAtendente.FieldByName('Nome').AsString:=EdNmAtendente.text;
        TbAtendente.Post;
        end;
    end;
    LimpaAtendente;
end;

```

```

procedure TF1Principal.BtSairAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    PnCadAtendente.Visible:=false;
    LimpaAtendente;
    TbAtendente.Close;
    PnPrincipal.Visible:=True;
end;

```

```

procedure TF1Principal.BtcancAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    TbAtendente.Cancel;
    LimpaAtendente;
end;

```

```

procedure TF1Principal.Atendentes1Click(Sender: TObject);
begin
    LimpaPaineis;
    PnCadAtendente.Visible:=True;
    TbAtendente.Open;
    limpaAtendente;
end;

```

```

procedure TF1Principal.EdNmAtendenteChange(Sender: TObject);
begin
    if EdNmAtendente.text <> " then
    begin
        BtCancAtendente.Enabled:=True;
        BtOkAtendente.Enabled:=True;
    end
    else
    begin
        BtCancAtendente.Enabled:=False;
        BtOkAtendente.Enabled:=False;
    end;
end;

```

```

end;

procedure TF1Principal.BtCancProdutoClick(Sender: TObject);
begin
  TbProduto.Cancel;
  LimpaProduto;
end;
procedure TF1Principal.LimpaMovimentacao;
begin
  EdMesaMovimentacao.Clear;
  EdValTotal.Clear;
  EdAtendenteMovimento.Clear;
  SgSolicitado.RowCount:=1;
  SgSolicitado.Cells[0,0]:="";
  SgSolicitado.Cells[1,0]:="";
  SgSolicitado.Cells[2,0]:="";
end;

procedure TF1Principal.Atendimentos1Click(Sender: TObject);
begin
  LimpaPaineis;
  PnMovimentacao.Visible:=True;
  LimpaMovimentacao;
  EdMesaMovimentacao.SetFocus;
end;

procedure TF1Principal.BtSairMovimentacaoClick(Sender: TObject);
begin
  PnMovimentacao.Visible:=false;
  PnPrincipal.Visible:=True;
end;

procedure TF1Principal.BtProcurarClick(Sender: TObject);
begin
  Procura;
end;

procedure TF1Principal.Procura;
var achou,acha,AchouProduto,AchouAtendente:boolean;
    nome:string;
    valor,qutd,soma:real;
begin
  valor:=0;soma:=0;
  Achou:=false;
  AchouAtendente:=false;
  AchouProduto:=false;
  Acha:=false;
  TbAtendimento.Open;
  TbAtendimento.First;

```

```

TbComanda.Open;
TbComanda.First;
TbAtendente.Open;
TbAtendente.First;
while not TbAtendimento.Eof and (not acha) do
if TbAtendimento.FieldName('Mesa').AsString=EdMesaMovimentacao.Text then
Begin
  acha:=true;
  while not TbAtendente.Eof do
  begin
    if TbAtendimento.FieldName('Atendente').AsString=
      TbAtendente.FieldName('Cod_Atendente').AsString then
    begin
      EdAtendenteMovimento.text:=TbAtendente.FieldName('Nome').AsString;
      TbAtendente.Last;
    end
    else
      TbAtendente.Next;
    end;
  end
else
  TbAtendimento.Next;
while not TbComanda.Eof do
begin
if TbComanda.FieldName('Mesa').AsString=EdMesaMovimentacao.Text then
begin
  Achou:=True;
  TbProduto.Open;
  TbProduto.First;
  while not TbProduto.Eof do
  Begin
    if TbComanda.FieldName('Produto').AsString=
      TbProduto.FieldName('Cod_Produto').AsString then
    begin
      AchouProduto:=True;
      nome:=TbProduto.FieldName('Nome_Produto').AsString;
      valor:=TbProduto.FieldName('Valor').AsInteger;
    end;
    if AchouProduto then
    begin
      AchouProduto:=false;
      TbProduto.Last;
    end;
    TbProduto.Next;
  end;
  TbProduto.Close;
  qutd:=TbComanda.FieldName('Quantidade').AsInteger;
  valor:=valor*qutd;
  soma:=soma+valor;

```

```

        SgSolicitado.Cells[0,SgSolicitado.RowCount-1]:=nome;
        SgSolicitado.Cells[1,SgSolicitado.RowCount-
1]:=TbComanda.FieldName('Quantidade').AsString;
        SgSolicitado.Cells[2,SgSolicitado.RowCount-1]:=FormatFloat('###,##0.00',valor);
        SgSolicitado.RowCount:=SgSolicitado.RowCount+1;
    end;
    TbComanda.Next;
end;
EdValTotal.Text:=formatfloat('###,##0.00',soma);

if not Achou then
    MessageDlg('Movimentação não existente.', mtInformation,
        [mbOk], 0);
    TbAtendente.Close;
    SgSolicitado.RowCount:=SgSolicitado.RowCount-1;
end;

procedure TF1Principal.BtEncContaClick(Sender: TObject);
begin
    Procura;
    TbAtendimento.Delete;
    TbComanda.Delete;
    LimpaMovimentacao;
end;

procedure TF1Principal.BtCancelaMovimentacaoClick(Sender: TObject);
begin
    LimpaMovimentacao;
    EdMesaMovimentacao.SetFocus;
end;

procedure TF1Principal.SbProdutoClick(Sender: TObject);
begin
    LimpaPaineis;
    PnCadProdutos.Visible:=True;
    TbProduto.Open;
    LimpaProduto;

end;

procedure TF1Principal.SbAtendenteClick(Sender: TObject);
begin
    LimpaPaineis;
    PnCadAtendente.Visible:=True;
    TbAtendente.Open;
    limpaAtendente;
end;

procedure TF1Principal.SbMovimentacaoClick(Sender: TObject);
begin

```

```

    LimpaPaineis;
    PnMovimentacao.Visible:=True;
    LimpaMovimentacao;
    EdMesaMovimentacao.SetFocus;
end;

procedure TF1Principal.SbSairClick(Sender: TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TF1Principal.WinPort1DataChange(Sender: TObject;
    const Value: Word);
var
    v : char;
begin
    if (regs="") and (value<120) then
    begin
        Memo3.Lines.Add('Recebendo ...');
        trans:=1;
    end;
    if value=8 then
    begin
        if trans=2 then
        begin
            for i:=1 to 8 do
            begin
                if regs[i]='@' then
                    regs[i]:=regst[i];
            end;
            for i:=1 to 8 do
            begin
                if regst[i]='@' then
                    regst[i]:=regs[i];
            end;
            if (length(regst)=4) and (regst[1]='1') then
                regst:='1000';
            if (length(regst)=4) and (regst[1]='8') then
                regst:='8000';
            if (length(regst)=4) and (regst[1]='9') then
                regst:='9999';
            Memo3.Lines.Add(regst);
            buffer:=regst;
            tratamento;
            regs:="";
            regst:="";

            trans:=1;
        end;
    end;
end;

```

```

    trans:=trans+1;
end;
if value=32 then
    Memo2.Lines.Add('separador');
if (value<>8) and (value<>32) then
begin
    if value=34 then
        v:='0'
    else
        if value=36 then
            v:='1'
        else
            if value=38 then
                v:='2'
            else
                if value=48 then
                    v:='3'
                else
                    if value=4 then
                        v:='4'
                    else
                        if value=64 then
                            v:='5'
                        else
                            if value=66 then
                                v:='6'
                            else
                                if value=0 then
                                    v:='7'
                                else
                                    if value=72 then
                                        v:='8'
                                    else
                                        if value=68 then
                                            v:='9'
                                        else
                                            if ant=32 then
                                                v:='@'
                                            else
                                                v:=' ';
Memo2.Lines.Add('v = '+v+' dec = '+inttostr(value));
if trans=1 then
    regs:=regs+v
else
    regst:=regst+v;
end;
ant := value;
end;

```

```

function TF1Principal.Compara(buf:string;s:string) : boolean;
var
  ind : integer;
begin
  Compara:=false;
  ind:=1;
  while (buf[ind] <> s[1]) and (ind < length(buf)) do
    ind := ind+1;
  if s[2]=buf[ind+1] then
    if s[3]=buf[ind+2] then
      if s[4]=buf[ind+3] then
        Compara:=true;
end;

procedure TF1Principal.tratamento;
begin
  TbAtendimento.Open;
  TbComanda.Open;
  if Compara(buffer,'1000') then
  begin
    certo:=false;
    TbAtendimento.Insert;
    Memo1.Lines.Add('Mesa aberta');
    Abre:=True;
    buffer="";
  end
  else
    if Compara(buffer,'8000') then
    begin
      buffer="";
      Memo1.Lines.Add('Atendente ?');
      atendente:=true;
    end
    else
    if Compara(buffer,'9999') then
    begin
      buffer="";
      Memo1.Lines.Add('Mesa fechada');
      if Certo then
        TbAtendimento.Post
      else
      begin
        TbAtendimento.Cancel;
        TbComanda.Cancel;
      end;
    end;
  end;

  if abre and (buffer<>") then
  begin

```

```

        TbAtendimento.FieldByName('Mesa').AsString:=buffer;
        Memo1.Lines.Add('Numero da mesa = '+buffer);
        buffer:="";
        abre:=false;
    end;

    if atendente and (buffer<>") then
    begin
        TbAtendimento.FieldByName('Atendente').AsString:=buffer;
        Memo1.Lines.Add('Atendente = '+buffer);
        buffer:="";
        atendente:=false;
    end;

    if (buffer<>") and not(quant) then
    begin
        TbComanda.Insert;
        TbComanda.FieldByName('Mesa').AsString:=
            TbAtendimento.FieldByName('Mesa').AsString;
        TbComanda.FieldByName('Produto').AsString:=Buffer;
        Memo1.Lines.Add('Codigo do Produto = '+buffer);
        buffer:="";
        quant:=true;
    end;

    if (buffer<>") and (quant) then
    begin
        TbComanda.FieldByName('Quantidade').AsString:=Buffer;
        Memo1.Lines.Add('Quantidade = '+buffer);
        TbComanda.Post;
        quant:=false;
        certo:=true;
        buffer:="";
    end;
end;

procedure TF1Principal.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    Abre:=False;
    Atendente:=False;
    Quant:=False;
    Certo:=False;
    winport1.AlwaysCheck:=true;
end;

procedure TF1Principal.FormDestroy(Sender: TObject);
begin
    TbAtendente.Close;
    TbProduto.Close;

```

```
TbAtendimento.Close;  
TbComanda.Close;  
winport1.AlwaysCheck:=false;  
end;
```

```
procedure TF1Principal.BtVerClick(Sender: TObject);  
begin  
    PnVerTransmissao.Visible:=true;  
end;
```

```
procedure TF1Principal.BtSairVerClick(Sender: TObject);  
begin  
    PnVerTransmissao.Visible:=false;  
end;
```

```
end.
```