

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

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DE  
VEÍCULOS, UTILIZANDO COMUNICAÇÃO DE DADOS  
VIA 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

**THAISA TATIANA BEHRENS**

BLUMENAU, NOVEMBRO/2000.

2000/1-53

**PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA CONTROLE DE  
VEÍCULOS, UTILIZANDO COMUNICAÇÃO DE DADOS VIA  
RÁDIO FREQUÊNCIA.**

**THAISA TATIANA BEHRENS**

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. Miguel Alexandre Wisintainer – Orientador na FURB

---

Prof. José Roque Voltolini da Silva – Coordenador de TCC

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Miguel Alexandre Wisintainer – Orientador

---

Prof. Sérgio Stringari

---

Prof. Francisco Péricas

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a Deus por seus cuidados e proteção durante esta etapa da minha vida onde estive me abençoando com muitas alegrias e vitórias.

Agradecer ao professor Miguel Alexandre Wisintainer, por seu empenho e dedicação, permitindo assim que este projeto se tornasse realidade. Agradecer por seu incentivo e por transmitir seus conhecimentos, acrescentando de forma significativa minha formação acadêmica.

Agradecer ao Anderson Vasques por montar os módulos de radio frequência.

Agradecer a minha família, em especial aos meus pais, que graças aos seus esforços, sustento e amor pude concluir esta etapa.

Agradecer a minha amiga Kelly, por sua presença verdadeira em todos os momentos e a todos meus amigos e amigas que estiveram comigo durante esta jornada.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2 ORIGEM DO TRABALHO.....	1
1.3 ÁREA.....	2
1.4 PROBLEMA.....	2
1.5 JUSTIFICATIVAS.....	2
1.6 OBJETIVOS.....	2
1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
2. CONTROLE DE VEÍCULOS.....	4
2.1 GERENCIAMENTO DA FROTA.....	4
2.2 FORMAS DE AVALIAÇÃO DOS VEÍCULOS.....	6
2.2.1 MÉTODO DA UTILIZAÇÃO.....	6
2.2.2 MÉTODO ESTATÍSTICO.....	6
3. COMUNICAÇÃO DE DADOS.....	8
3.1 TRANSMISSÃO DE SINAIS.....	9
3.2 TRANSFERÊNCIA DE DADOS.....	10
3.2.1 TRANSMISSÃO SERIAL.....	11
3.2.2 TRANSFERÊNCIA PARALELA.....	11
3.3 SENTIDO DA TRANSMISSÃO.....	12
3.4 VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO.....	13
3.5 MODOS DE TRANSMISSÃO.....	13
3.5.1 TRANSMISSÃO ASSÍNCRONA.....	14
3.5.2 TRANSMISSÃO SÍNCRONA.....	14
3.6 FORMAS DE MODULAÇÃO.....	15
3.6.1 MODULAÇÃO ANALÓGICA.....	15
3.6.2 MODULAÇÃO DIGITAL.....	16
3.7 TIPOS DE CONEXÕES.....	18
3.7.1 CONEXÃO PONTO-A-PONTO.....	18
3.7.2 CONEXÃO MULTIPONTO.....	18
3.8 COMUNICAÇÃO COM INTERFACES.....	19
3.8.1 INTERFACE RS-232.....	19
3.8.2 USART.....	22
3.8.3 INTERFACE PARALELA.....	23
3.9 COMUNICAÇÃO DE DADOS UTILIZANDO REDES SEM FIO.....	25
3.9.1 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO POR INFRAVERMELHO.....	26
3.9.2 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO A LASER.....	26
3.9.3 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO POR RÁDIO FREQUENCIA.....	27
4. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS.....	29
4.1 DETECÇÃO E CORREÇÃO DE ERROS.....	30
4.1.1 MÉTODO DA PARIDADE COMBINADA.....	31
4.1.2 MÉTODO HRC.....	33

4.1.3	MÉTODO CRC .....	33
4.2	RUÍDOS .....	34
5.	MÓDULOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS VIA RÁDIO FREQUÊNCIA .....	35
5.1.	TRANSPONDER .....	35
5.2	TAGS .....	37
6.	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	39
6.1	MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO. ....	39
6.2	TECNOLOGIAS E TÉCNICAS ENVOLVIDAS .....	40
6.2.1	LEITOR DE CARTÃO COM CONTATO.....	40
6.2.2	TRANSPONDER .....	41
6.2.3	TAGS .....	42
6.2.4	PLACAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS VIA RÁDIO FREQUÊNCIA ..	42
6.2.5	CIRCUITO.....	43
6.2.6	MAX232 .....	44
6.2.7	MICROCONTROLADOR .....	44
6.2.8	FUNCIONAMENTO DAS PLACAS.....	44
6.2.9	MÓDULOS DE TRANSMISSÃO .....	45
6.2.10	MÓDULO DE RECEPÇÃO.....	46
6.2.11	BIBLIOTECA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS.....	46
6.2.11.1	BIBLIOTECA MARSHALLSOFT.....	47
6.2.11.2	PORTA PARALELA.....	47
6.2.12	PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO UTILIZADO .....	47
6.2.12.1	MÉTODO DE CORRECAO DE ERROS .....	47
6.3	O AMBIENTE DO PROTÓTIPO .....	48
6.4	ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	48
6.5	OBJETIVOS DO SISTEMA E SIMULAÇÃO .....	48
6.6	DIAGRAMA DE CONTEXTO .....	51
6.7	LISTA DE EVENTOS .....	52
6.8	IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO .....	52
6.8.2	TELA DE CADASTRO DE VEÍCULOS.....	54
6.8.3	TELA DE CADASTRO DE MOTORISTAS.....	55
6.8.4	TELA DE CONSULTAS.....	56
6.8.5	TELA DE RELATÓRIOS .....	57
6.8.6	TELA “SOBRE” .....	57
6.8.7	APLICAÇÃO NO CLIENTE/ PORTÃO DE ENTRADA .....	58
7.	CONCLUSÃO .....	59
7.1	DIFICULDADES ENCONTRADAS .....	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	ANEXOS .....	64

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FROTA AUTOMOBILÍSTICA.....	4
FIGURA 2 - ESTACIONAMENTO .....	5
FIGURA 3 - ACESSO DE VEÍCULOS .....	7
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DO SINAL DIGITAL .....	10
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DO SINAL ANALÓGICO .....	10
FIGURA 6 - TRANSMISSÃO SERIAL .....	11
FIGURA 7 - TRANSMISSÃO PARALELA .....	11
FIGURA 8 - TRANSMISSÃO 'SIMPLEX'.....	12
FIGURA 9 - TRANSMISSÃO 'HALF-DUPLEX' .....	12
FIGURA 10 - TRANSMISSÃO 'FULL DUPLEX' .....	13
FIGURA 11 - MODULAÇÃO POR AMPLITUDE .....	16
FIGURA 12 - MODULAÇÃO POR FREQUÊNCIA .....	16
FIGURA 13 - FORMAS DE MODULAÇÃO .....	17
FIGURA 14- CONEXÃO PONTO-A-PONTO .....	18
FIGURA 15 - CONEXÃO MULTIPONTO.....	19
FIGURA 16 - CONECTOR DB25 .....	21
FIGURA 17 - CONECTOR DB9 .....	21
FIGURA 18 - USART .....	23
FIGURA 19 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA DB25.....	24
FIGURA 20 - REDES SEM FIO POR INFRAVERMELHO .....	26
FIGURA 21 - REDES SEM FIO A LASER .....	27
FIGURA 22 - SPREAD SPECTRUM.....	28
FIGURA 23 - PROTOCOLO .....	29
FIGURA 24 - MENSAGEM BSC (PONTO-A-PONTO/BSC-1).....	30
FIGURA 25 - DIAGRAMA DE BLOCOS DE UM LEITOR USADO EM RFID.....	36
FIGURA 26 – TAG PASSIVO SOMENTE PARA LEITURA.....	37
FIGURA 27 - LEITOR DE CARTÃO .....	40
FIGURA 28 - LEITOR USADO EM RFID .....	42
FIGURA 29 - ESQUEMA DE COMUNICAÇÃO .....	42
FIGURA 30 - PLACA CONTENDO MÓDULO DE TRANSMISSÃO .....	42
FIGURA 31 - PLACA CONTENDO O MÓDULO DE RECEPÇÃO.....	43
FIGURA 32 - CIRCUITO .....	44
FIGURA 33 - MÓDULO DE TRANSMISSÃO .....	45
FIGURA 34 - MÓDULO DE RECEPÇÃO .....	46
FIGURA 36 - PLANO DA MAQUETE.....	48
FIGURA 37 - MAQUETE.....	49
FIGURA 38 - ACESSO AO ESTACIONAMENTO .....	50
FIGURA 39 - VEÍCULO COM O TAG.....	50
FIGURA 40 – LADO DA MAQUETE ONDE FICA LOCALIZADO O SERVIDOR...	51
FIGURA 41 - DIAGRAMA DE CONTEXTO .....	51

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA ASCII .....	9
TABELA 2 - PINOS ESSENCIAS PARA COMUNICAÇÃO.....	20
TABELA 3 – CONECTOR DB9 X CONECTOR DB25 .....	22
TABELA 4 - USART .....	22
TABELA 5 - REGISTRADORES.....	24
TABELA 6 - CARACTERES DE CONTROLE.....	30
TABELA 7 - METODO VRC .....	32
TABELA 8 – PARIDADE COMBINADA .....	32
TABELA 9 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO LEITOR DE CARTÃO.....	41
TABELA 10 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRANSMISSOR.....	45
TABELA 11 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO RECEPTOR .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACK	<i>Acknowledgement</i>
AM	<i>Amplitude Modulation</i>
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
BSC	<i>Binary Synchronous Communication</i>
CRC	<i>Cyclical Redundancy Check</i>
EOT	<i>End Of Text</i>
FM	<i>Frequency Modulation</i>
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i>
GHZ	<i>Gigahertz</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
NACK	<i>Negative Acknowledgement</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PM	<i>Phase Modulation</i>
PSK	<i>Phase Shift Keying</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RF	<i>Radio Frequency</i>
SOH	<i>Start Of Header</i>
VRC	<i>Vertical Redundancy Check</i>
I/O	<i>Input/Output</i>



## RESUMO

Este trabalho relata o desenvolvimento de um protótipo de software para controle de veículos, utilizando comunicação de dados via rádio frequência.

Em muitas empresas espalhadas pelo mundo, a presença de uma frota automobilística é algo comum. Muitas destas empresas possuem um departamento responsável pelo controle das mesmas, sendo este na maioria das vezes, de modo primitivo. O controle realizado, muitas vezes é inexistente ou é feito através de guias e formulários a serem preenchidos pelo responsável e/ou pelo próprio motorista.

Com o objetivo de facilitar o trabalho do setor, e a tarefa do motorista, este protótipo vem automatizar este processo utilizando algumas tecnologias, como comunicação de dados via rádio frequência, bem como a identificação de objetos utilizando *transponders* e *tags*.

## **ABSTRACT**

This work seeks the software development prototype for control of vehicles, using communication of data through radio frequency. In many dispersed companies the world, the presence of an automobile fleet is something common. Many of these companies has a responsible department for the control of them, being most of the time this, in a primitive way.

The accomplished control, a lot of times it is inexistent or it is done through guides and forms be filled out it by the responsible for the own driver. With the objective of facilitating the work of the section, and the driver's task, this proposal comes to automate this process using some technologies, as communication of data through radio frequency, as well as the identification of objects using transponders and tags.

# 1. INTRODUÇÃO

Em inúmeras empresas de médio e grande porte, possuir um estacionamento para sua frota automobilística é um fator muito comum. O que falta, no entanto é um controle adequado desta frota, para obter informações deste processo. Informações que inclui quilometragem, tempo que um determinado carro ficou fora da empresa, quem utilizou o veículo, etc.

Dentre as observações feitas em um local com uma pequena frota de veículos, os processos realizados não prevêm qualquer tipo de controle, ficando o motorista sem qualquer compromisso, pois seu trabalho não é fiscalizado. O mesmo não informa a quilometragem de saída, nem a de retorno. Quando alguém necessita de um carro, deve muitas vezes se dirigir até o estacionamento para verificar se existe algum disponível; ao final do mês não se sabe qual o veículo que obteve a maior quilometragem, qual o motorista que mais utilizou os veículos. Exemplos de fichas de controle, apresentadas em anexo a este trabalho, que deveriam ser utilizadas, são ignoradas.

Este trabalho foi baseado em observações feitas informalmente na Secretaria Municipal de Saúde, com o intuito de auxiliar na melhoria do setor de controle de veículos e também através de pesquisas bibliográficas realizadas, a partir de trabalhos já realizados nesta área.

Existem empresas que possuem um controle de quilometragem de seus veículos realizado manualmente, portanto, não podem ser considerados práticos e precisos. Nenhuma solução eficaz ainda foi implantada, pois por mais que se eduque verbalmente os motoristas, os mesmos não preenchem os documentos necessários para o devido controle.

Como solução para o problema citado, seria a automatização do controle de veículos, utilizando sensores de presença, identificadoras de funcionários, bem como transmissores para envio dos eventos a um computador *host* via rádio frequência.

## 1.2 ORIGEM DO TRABALHO

Este trabalho teve início na disciplina de empreendedor em informática, que tem como objetivo criar uma idéia de negócio, trazendo uma oportunidade para a criação de um produto. O trabalho trata sobre controle de veículos, existente na maioria das

pequenas, médias e grandes empresas espalhadas pelo país. O controle destes veículos proposto será realizado através de tecnologias já existentes, dentre elas, a comunicação de dados via rádio frequência.

### **1.3 ÁREA**

Este protótipo abrange a área de desenvolvimento de software de aplicação e o estudo da comunicação de dados via rádio frequência.

### **1.4 PROBLEMA**

Dentre as observações realizadas no município de Jaraguá do Sul, no que diz respeito aos veículos utilizados para a prestação de serviços municipais, o controle dos mesmos é feito através do preenchimento de fichas, anexas ao protótipo. Na maioria das vezes, as fichas são desconsideradas pelos motoristas, ficando sem qualquer controle de utilização, quilometragem, manutenção e histórico dos veículos.

O desenvolvimento deste trabalho traz uma proposta de melhoria a este setor deficiente, não somente no município acima citado, mas para muitas empresas brasileiras.

### **1.5 JUSTIFICATIVAS**

Com o objetivo de proporcionar um controle acurado dos veículos, aliado a segurança dos mesmos, esta proposta quer trazer uma solução ao problema acima citado, utilizando tecnologias já disponíveis.

### **1.6 OBJETIVOS**

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um protótipo de software para o controle da frota de veículos, utilizando comunicação de dados via rádio frequência.

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) colocar em execução o subsistema de identificação do veículo;
- b) colocar em execução o meio de transmissão de dados ponto a ponto via rádio frequência;
- c) colocar em execução o meio de identificação do motorista;
- d) controlar através do software a quilometragem do veículo;

- e) controlar através do software, a abertura da cancela;
- f) gerar relatórios diários e mensais a respeito do veículo e do motorista.

## 1.7 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho apresenta um estudo da tecnologia de comunicação de dados via rádio frequência, tendo como resultado o desenvolvimento de um software de aplicação para o controle de veículos.

O trabalho está organizado em 6 capítulos, conforme a descrição abaixo:

- no capítulo 1 é introduzido o projeto;
- o capítulo 2 apresenta alguns conceitos e o resultado de estudos a respeito do funcionamento do controle de veículos realizado atualmente em empresas;
- no capítulo 3, são apresentados fundamentos e conceitos básicos comunicação de dados e redes sem fio;
- no capítulo 4, são descritos os conceitos de protocolos;
- o capítulo 5 apresenta alguns módulos de utilização de rádio frequência;
- o capítulo 6 apresenta a descrição da especificação e da implementação de um protótipo de sistema para controle de veículos, utilizando comunicação de dados via rádio frequência;
- no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. CONTROLE DE VEÍCULOS

Para a realização dos seus serviços as empresas utilizam os veículos como apoio, quer seja para o deslocamento de materiais ou pessoas, quer seja para dar suporte à execução de suas atividades fim. Neste último caso, veículos são adaptados e equipamentos de serviços são acoplados diretamente aos mesmos, formando assim um importante conjunto que, integrado às atividades desenvolvidas, contribui diretamente para o seu desempenho. A figura 1 mostra um exemplo de uma frota de veículos.

**FIGURA 1 - FROTA AUTOMOBILÍSTICA**



FONTE: [INF2000]

### 2.1 GERENCIAMENTO DA FROTA

De maneira geral, os veículos de uma determinada empresa, são controlados pelo departamento responsável, levando em conta o motorista que utiliza o veículo, o código do carro, a quilometragem percorrida, os documentos do veículo, o seguro, a manutenção, etc.

A missão do departamento é, em geral, garantir a disponibilidade e o desempenho operacional da frota, com segurança e pelo menor custo possível. Para desempenhar de forma eficaz suas funções, o gestor de transporte deve dispor de ferramentas básicas de apoio, dentre as quais destaca-se a existência de um bom sistema de controle.

O responsável pela frota precisa conhecer as atividades desenvolvidas pela empresa e estar alinhado com suas políticas, diretrizes e principais metas. Assim, poderá desenvolver um trabalho de forma proativa e aplicar melhor o conceito de "cliente interno", pois, sendo o transporte atividade de suporte, deve atuar como fornecedor para áreas que desenvolvem atividades fim na empresa. Segundo [BAR2000], de acordo com o princípio da complementaridade, cada setor tem atividades próprias a desempenhar como parte de um todo, porém, estas atividades devem complementar as ações que realizam os demais setores.

A segurança e o desempenho operacional da frota, como partes integrantes da missão do transporte, também é responsabilidade deste setor. Ao que se refere à segurança, é preciso designar um local específico para o estacionamento da frota, bem como identificar cada veículo com seu número, conforme mostra a figura 2. Local este, com restrição de acesso, evitando assim maiores preocupações.

**FIGURA 2 - ESTACIONAMENTO**



Em diversas empresas este departamento ainda não possui o processo de controle de veículos automatizado. De acordo com [PED1993], nestes lugares não existem relatórios diários referentes a quilometragem e utilização dos veículos, sendo que as informações são passadas através de documentos (formulários), havendo um acúmulo muito grande dos mesmos, ocasionando perdas e extravio destes documentos que deixam de ser processados, contribuindo na inexatidão das informações contidas nos boletins.

Informações estas que precisam ser informadas corretamente, pois contribuem para a avaliação do desempenho dos veículos e do próprio departamento. Os veículos

precisam ser avaliados para contenção de despesas referentes à manutenção, abastecimento e outros.

## **2.2 FORMAS DE AVALIAÇÃO DOS VEÍCULOS**

A avaliação do desempenho de cada veículo, bem como a avaliação dos motoristas pode ser feita baseado na intensidade do seu uso utilizando alguns métodos, onde destaca-se o método da utilização e o método estatístico.

### **2.2.1 MÉTODO DA UTILIZAÇÃO**

Este método depende de informações referentes à utilização do veículo, como quilômetros percorridos, horas de uso e serviço atendido. A confiabilidade das informações obtidas é de extrema importância para o resultado do método.

### **2.2.2 MÉTODO ESTATÍSTICO**

Baseia-se no estudo e desenvolvimento de uma série histórica, relativa aos resultados de utilização alcançados em um determinado período. É recomendado para projeções de curto prazo, pois, para que se tenha o mínimo de distorções as atividades devem manter o mesmo comportamento da série. Assim, utiliza-se a variável disponível mais representativa que é a "quilometragem rodada".

Segundo [MAR1994], na maioria das vezes, a avaliação dos veículos é realizada em função da quilometragem, quando é feita a manutenção preventiva. Exceto casos onde o veículo sofre algum incidente, ocasionando a manutenção corretiva.

É realizado também, segundo [MAR1994], o controle de pneus, onde é identificada a quilometragem rodada de cada pneu, avaliado o pneu que tem o melhor desempenho, com o menor custo. Identifica-se também problemas de operação da frota que estejam acarretando danos aos pneus, recapagens realizadas, é registrado o histórico de todas as ocorrências de cada pneu, desde seu cadastramento no sistema até a sua baixa.

Realiza-se o controle de combustíveis, acarretando numa economia considerável de recursos, fazendo comparações entre os veículos para identificar o melhor e o pior consumo.



No entanto, este protótipo tem como foco principal a automatização do acesso do veículo ao estacionamento da empresa, enfatizando a comodidade e a segurança de entrada e saída autorizada, tendo como resultado relatórios diários e mensais de quilometragem permitindo também dar uma visão em tempo real dos veículos disponíveis no estacionamento, bem como a avaliação do andamento dos serviços prestados pelos motoristas. Pode ser acoplado ao sistema as informações anteriormente relatadas a respeito de combustíveis, pneus, etc. A figura 3 mostra um exemplo de acesso de veículos a um estacionamento.

**FIGURA 3 - ACESSO DE VEÍCULOS**



FONTE: [INF2000]

Como parte desta automatização, os dados informados serão transmitidos de um local ao outro através de comunicação de dados via rádio frequência.

### 3. COMUNICAÇÃO DE DADOS

Há pouco tempo, o ser humano, quando gerava informações, tinha apenas o papel para registrá-las. Havia dificuldades em repassar essas informações de forma segura entre locais geograficamente distantes. Pensou-se então em uma maneira de interligar estes lugares através de um sistema de comunicação de dados, onde a troca de informações fosse possível sem que houvesse qualquer deslocamento. Esta troca faz-se então com a interligação de equipamentos computacionais.

A comunicação de dados tem como característica principal a troca de informações entre dois ou mais elementos e teve sua origem na comunicação de dados natural (voz). São elementos de uma comunicação: o transmissor, o receptor, o meio de transmissão e a informação.

Segundo [NET1993], a mensagem em sistemas de comunicação está baseada em sistema binário, onde um bit (*binary digit*) é a menor unidade de representação. O dígito binário é normalmente usado para descrever as condições de existência de dois estados: ligado (representado pela combinação binária “1”) ou desligado (representado pela combinação “0”), onde com um conjunto de *bits* é possível representar uma letra, um número ou um símbolo especial. Para tal representação, é utilizado um código padronizado denominado ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), ilustrado na tabela 1. De acordo com [STR1996], o código ASCII utiliza 7 bits na sua representação o que resulta em 128 ( $2^7$ ) combinações possíveis, sendo este um dos códigos de representação mais utilizado em comunicação de dados.

Outra opção de código é o chamado EBCDIC (*extended Binary Coded Decimal Interchange Code*), que utiliza 8 bits na sua representação, o que resulta em 256 combinações possíveis ( $2^8$ ).

TABELA 1 - TABELA ASCII

Caractere	Decimal	Hexadecimal	Octal	Binário
NUL	0	0x00	00	00000000
SOH	1	0x01	01	00000001
STX	2	0x02	02	00000010
ETX	3	0x03	03	00000011
EOT	4	0x04	04	00000100
ENQ	5	0x05	05	00000101
ACK	6	0x06	06	00000110
BEL	7	0x07	07	00000111
BS	8	0x08	010	00001000
HT	9	0x09	011	00001001
LF	10	0x0A	012	00001010
VT	11	0x0B	013	00001011
FF	12	0x0C	014	00001100
CR	13	0x0D	015	00001101
SO	14	0x0E	016	00001110
SI	15	0x0F	017	00001111
DLE	16	0x10	020	00010000
DC1	17	0x11	021	00010001
DC2	18	0x12	022	00010010
DC3	19	0x13	023	00010011
DC4	20	0x14	024	00010100
NAK	21	0x15	025	00010101
SYN	22	0x16	026	00010110
ETB	23	0x17	027	00010111
CAN	24	0x18	030	00011000
EM	25	0x19	031	00011001
SUB	26	0x1A	032	00011010
ESC	27	0x1B	033	00011011
FS	28	0x1C	034	00011100
GS	29	0x1D	035	00011101
RS	30	0x1E	036	00011110
US	31	0x1F	037	00011111

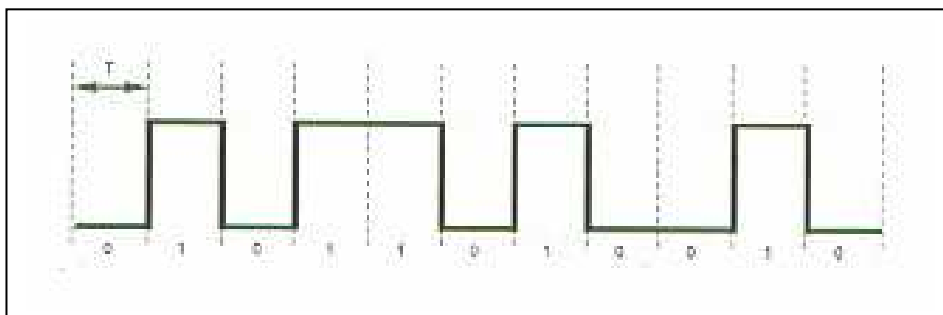
### 3.1 TRANSMISSÃO DE SINAIS

A transmissão de sinais através de sistemas de comunicação pressupõe a passagem de sinais através dos meios físicos de comunicação que compõe a rede. Existem dois tipos de sinais: analógicos e digitais.

Os computadores, por exemplo, são equipamentos que armazenam, processam e codificam informações em bits que correspondem a dois níveis discretos de tensão ou

corrente, representando os valores “0” ou “1”. Chama-se esse tipo de informação de **digital**, conforme mostra a Figura 4.

**FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DO SINAL DIGITAL**



FONTE: [PEL2000]

Já informações geradas por fontes sonoras apresentam variações contínuas de amplitude e frequência, constituindo-se no tipo de informação que comumente chamamos de **analógica**, conforme mostra a Figura 5.

**FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DO SINAL ANALÓGICO**



FONTE: [PEL2000]

## 3.2 TRANSFERÊNCIA DE DADOS

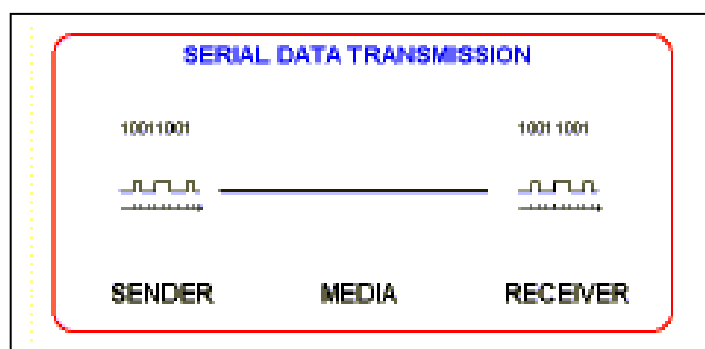
Segundo [STR1996], a transferência de dados entre a fonte e o destino pode ser realizada de duas formas: a transferência serial e transferência paralela, onde na transmissão serial os bits trafegam seqüencialmente em um meio físico e na transmissão paralela o bits trafegam simultaneamente.

### 3.2.1 TRANSMISSÃO SERIAL

Os bits que representam uma informação (*byte*) são transmitidos seqüencialmente, um a um, por um único meio físico, conforme ilustra a figura 6. Esta forma de transferência é a mais utilizada na comunicação de dados entre computadores ([STR1996]).

De acordo com [CAM1986], a transmissão serial transferirá os dados em velocidades menores do que a transmissão paralela, mas a fará muito menos suscetível a qualquer condição ambiental predominante.

FIGURA 6 - TRANSMISSÃO SERIAL

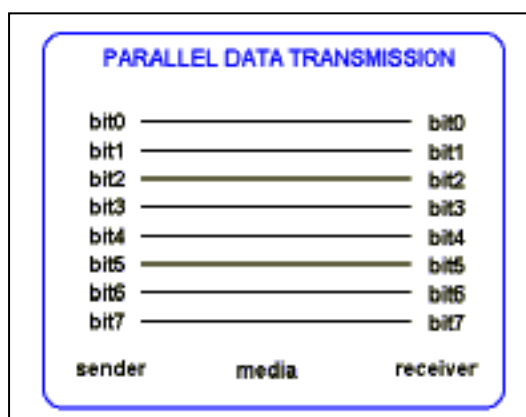


FONTE: [BRO2000]

### 3.2.2 TRANSFERÊNCIA PARALELA

Os *bits* que representam uma informação (*byte*) são transmitidos simultaneamente, através de diversos suportes físicos em paralelo, ilustrados na figura 7. Esta forma de transferência é utilizada em curtas distâncias entre os computadores ou ainda, para operações internas em um computador e na comunicação do computador com periféricos ([STR1996]).

FIGURA 7 - TRANSMISSÃO PARALELA



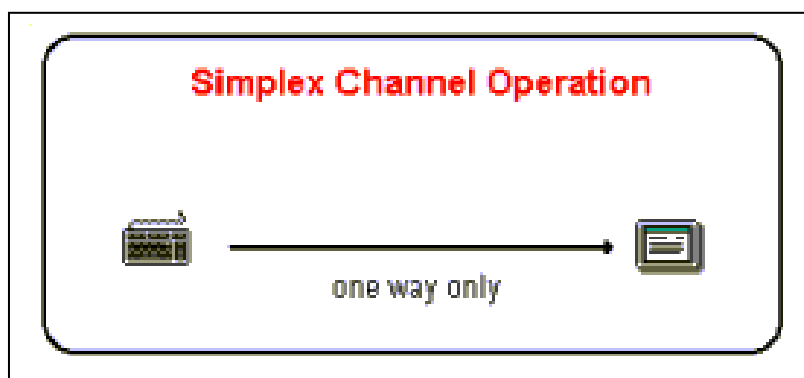
FONTE: [BRO2000]

### 3.3 SENTIDO DA TRANSMISSÃO

Segundo [STR1996], o sentido da transmissão é a forma como o sistema deverá se orientar, tanto para o envio como para a recepção dos dados via comunicação serial. Existem diversas “propostas” de tecnologia, porém as mais implementadas são:

**Simplex:** nesta proposta os dados trafegam apenas em um sentido ([CIT2000]), conforme mostra Figura 8. Não é de uso frequente, porque não é possível retornar sinais de controle, indicando se a informação foi recebida com sucesso.

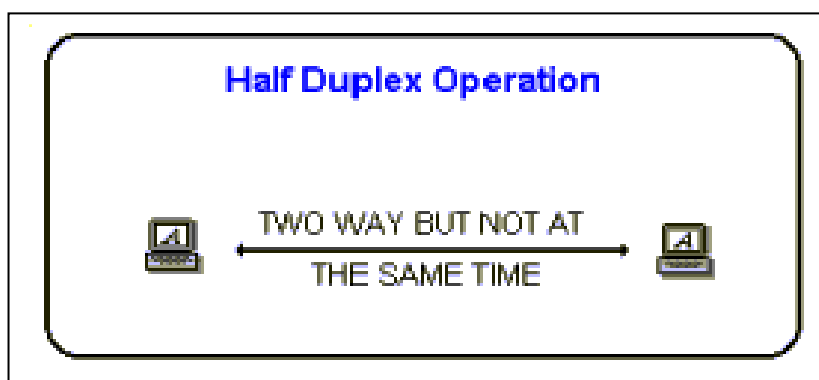
FIGURA 8 - TRANSMISSÃO 'SIMPLEX'



FONTE: [BRO2000]

**Half-Duplex:** Nesta proposta, os dados podem ser enviados e recebidos, mas não ao mesmo tempo. Caso ocorra erro de transmissão do dado, é possível solicitar a retransmissão do mesmo. Conforme ilustra a Figura 9.

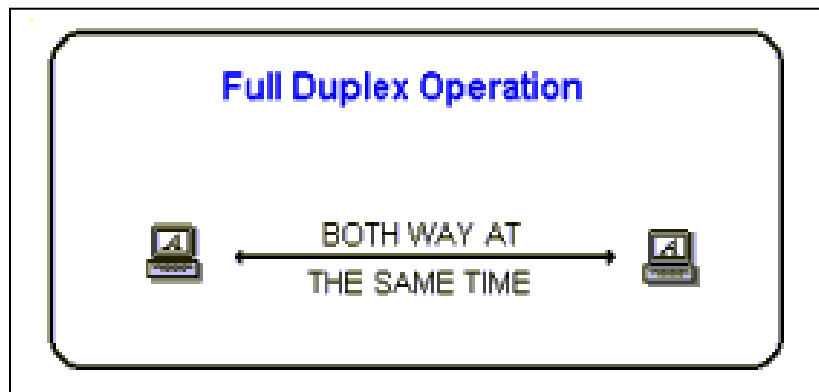
FIGURA 9 - TRANSMISSÃO 'HALF-DUPLEX'



FONTE: [BRO2000]

**Full-Duplex:** Nesta proposta os dados podem ser transmitidos nos dois sentidos e simultaneamente, conforme ilustra a Figura 10.

**FIGURA 10 - TRANSMISSÃO 'FULL DUPLEX'**



FONTE: [BRO2000]

Antes de iniciar a programação do canal serial deve-se definir que tipo de comunicação será efetuado pelo programa, isto é necessário porque os modos *Simplex* e *Half-Duplex* não exigem necessariamente que a recepção seja atendida por interrupção. Já para o modo *Full-Duplex*, não só é necessário como é fundamental. E, para estes casos, a recepção por interrupção envolve recursos de programação mais elaborados ([STR1996]).

### 3.4 VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO

Segundo [STR1996], a velocidade de transmissão diz respeito a quantidade de informações transferida do transmissor para o receptor, num determinado intervalo de tempo, isto é, o tempo em que os bits gerados em um computador levam para percorrer o meio e serem recebidos em outro.

*Bps* (bits por segundo) é a velocidade de transmissão da informação, sendo esta velocidade medida em *Mbps* (Megabps) quando operada em linhas de alta velocidade.

### 3.5 MODOS DE TRANSMISSÃO

Na transmissão de dados deve existir um mecanismo que defina e padronize o sincronismo entre o transmissor e receptor, ou seja, que estabeleça o “ritmo” da

transmissão entre eles. Isto se faz necessário para que o sinal seja identificado corretamente. Existem dois modos de transmissão:

- Transmissão assíncrona;
- Transmissão síncrona.

### 3.5.1 TRANSMISSÃO ASSÍNCRONA

Nesta técnica não existe vínculo de tempo estabelecido entre o transmissor e o receptor. O ritmo (sincronismo) é estabelecido a cada *byte* transmitido (conjunto de 8 bits = serial) na forma de *bits* de controle, denominados *bits* de início e de fim de transmissão, onde a cada *byte* transmitido, o mesmo é iniciado pelo *bit* de início (*Start bit*) de transmissão e finalizado pelo bit de fim de transmissão (*Stop bit*).

Segundo [SIL1991], pelo *bit* de início de transmissão, o receptor será avisado da transmissão de um caractere com antecedência suficiente para que possa, através de seu próprio *clock (relógio)*, sincronizar seus circuitos elétricos para ler cada *bit* no momento apropriado. O termo assíncrono refere-se à irregularidade dos instantes de ocorrência dos caracteres, ou seja, o tempo decorrido entre dois caracteres pode ser variado pelo equipamento transmissor sem que o equipamento receptor tome conhecimento.

O ritmo de transmissão assíncrono, apesar da emissão de caracteres ser irregular, possui um sincronismo ao nível dos *bits* que compõem o caractere (obtido pela identificação do *bit* de início), pois o equipamento receptor deve necessariamente conhecer os instantes que separam os *bits* dentro do caractere.

### 3.5.2 TRANSMISSÃO SÍNCRONA

Nesta técnica é estabelecido um ritmo entre transmissor e receptor através de tempo. Este tempo, controlado pelo conceito de relógio, determina um vínculo entre estes dois elementos envolvidos no processo, que não pode ser violado.

De acordo com [SIL1991], neste tipo de transmissão, os bits de um caractere são enviados imediatamente após o anterior, não existindo *bits* de início e de fim de transmissão e tempo de repouso entre eles, apenas existe a adição de controles no começo e no fim do bloco ser transmitido. A transmissão síncrona é estabelecida através



de uma cadência (*clock*) fixa para a transmissão dos *bits* de todo um conjunto de caracteres (bloco).

Antes da transmissão do conjunto de caracteres, o equipamento transmissor envia uma configuração de *bits* de sincronização com o objetivo de colocar o equipamento receptor exatamente em sincronismo com o mesmo. Esta configuração de *bits* de sincronização necessariamente deverá ser diferente de qualquer configuração de *bits* que possa ser enviada no bloco da mensagem.

Segundo [SIL1991], um fator que encarece o custo dos equipamentos síncronos é a necessidade dos mesmos possuírem dispositivos de armazenamento (*buffers*) para os caracteres, que serão enviados em blocos e não quando eles se tornam disponíveis, pois o fluxo de caracteres deve ser transmitido à velocidade constante e tipicamente por pulsos de mesma duração.

## 3.6 FORMAS DE MODULAÇÃO

Segundo [PEL2000], a modulação constitui-se na técnica empregada para modificar um sinal com a finalidade de possibilitar o transporte de informações através do canal de comunicação e recuperar o sinal, na sua forma original, na outra extremidade.

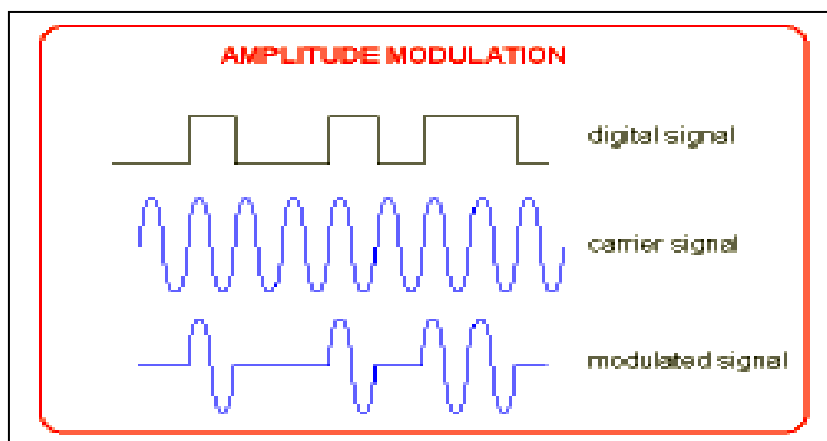
A necessidade de modulação se caracteriza quando a distância entre dois equipamentos envolvidos na comunicação for, geograficamente, grande. Existem dois tipos de modulação: a modulação analógica e a modulação digital. Ambos são utilizados na comunicação, dependendo do sinal que se quer transmitir.

### 3.6.1 MODULAÇÃO ANALÓGICA

O sinal digital transmitido deve chegar limpo ao receptor para que possa ser entendido corretamente ([STR1996]). Esta conversão pode ser feita de várias formas, realizada através das características básicas da onda. Portanto, as técnicas de modulação de sinais analógicos são divididas em:

- **modulação por amplitude (AM)** - Este método de modulação é utilizado somente para transmissões de baixa velocidade. Conforme ilustra a figura 11, temos a modulação do sinal, por amplitude de onda (altura da onda).

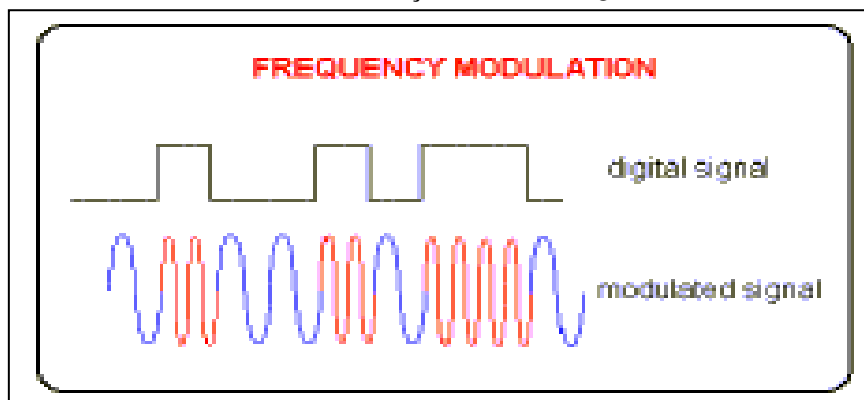
FIGURA 11 - MODULAÇÃO POR AMPLITUDE



FONTE: [BRO2000]

- **modulação por frequência (FM)** – Este método de modulação utiliza dois sinais, um para representar a alta frequência (associado ao dígito binário “1”) e outro para representar a baixa frequência (associado ao dígito binário “0”), ilustrada na figura 12.

FIGURA 12 - MODULAÇÃO POR FREQUÊNCIA



FONTE: [BRO2000]

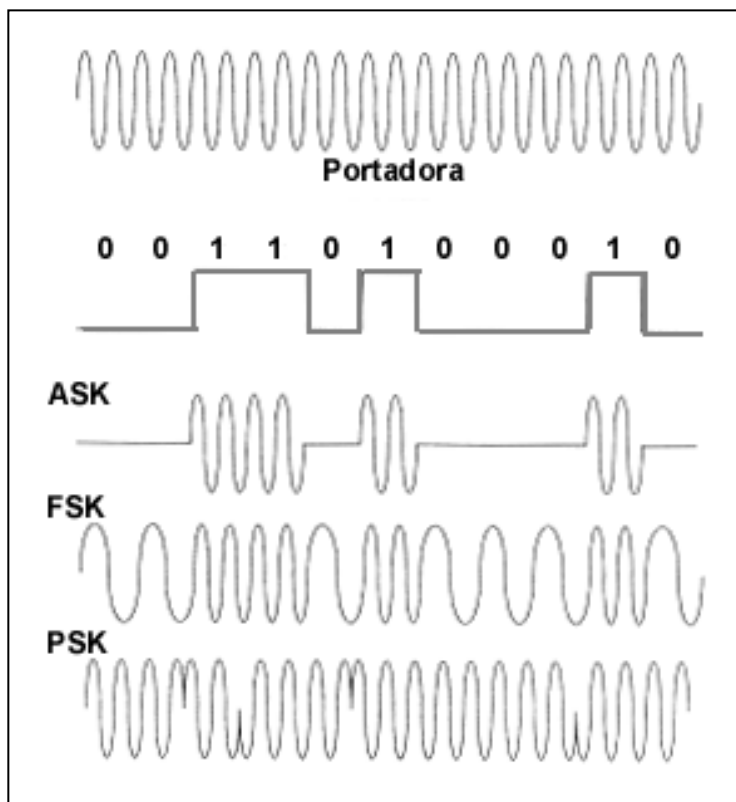
### 3.6.2 MODULAÇÃO DIGITAL

Embora sejam possíveis duas técnicas para transmissão de dados - digital e analógica, somente a analógica realiza modulação, uma vez que a técnica digital usa o recurso de codificação de pulsos, também chamada de modulação discreta ou codificada. Utilizada em casos em que se está interessado em transmitir uma forma de onda ou mensagem, que um conjunto finito de valores discretos representando um código.

No caso da comunicação binária, as mensagens são transmitidas por dois símbolos apenas. Um dos símbolos representado por um pulso correspondente ao valor

binário “1” e o outro pela ausência de pulso (nenhum sinal) representando o dígito binário “0” ([ALD2000]). Os tipos de modulação digital encontrados são os de modulação por chaveamento de amplitude (ASK), modulação por chaveamento de frequência (FSK), modulação por chaveamento de fase (PSK), ilustradas na figura 13, (DPSK) e modulação por PWM (*Pulse Width Modulation*), sendo esta última utilizada no protótipo.

**FIGURA 13 - FORMAS DE MODULAÇÃO**



FONTE: [PEL2000]

### 3.6.2.1 MODULAÇÃO POR PWM

A transmissão de um byte via rádio frequência é realizada através de modulação em PWM (Modulação por largura de pulso), executada bit a bit. O tempo total de um bit é 1,367Ms. Para um bit com valor lógico "1", o valor do tempo em nível lógico "0", será 1/3 do tempo total.

Para um bit com valor lógico "0", o valor do tempo em nível lógico "0", será 2/3 do tempo total. Para conseguir o tempo de um bit, o contador T0 do microcontrolador foi configurado para gerar uma interrupção a cada 45 microsegundos.

Para um bit com nível lógico "1" são necessárias 30 interrupções, sendo 10 em nível "0" e 20 em nível "1". Para um bit com nível lógico "0" são necessárias 30 interrupções, sendo 20 em nível "0" e 10 em nível "1".

### 3.7 TIPOS DE CONEXÕES

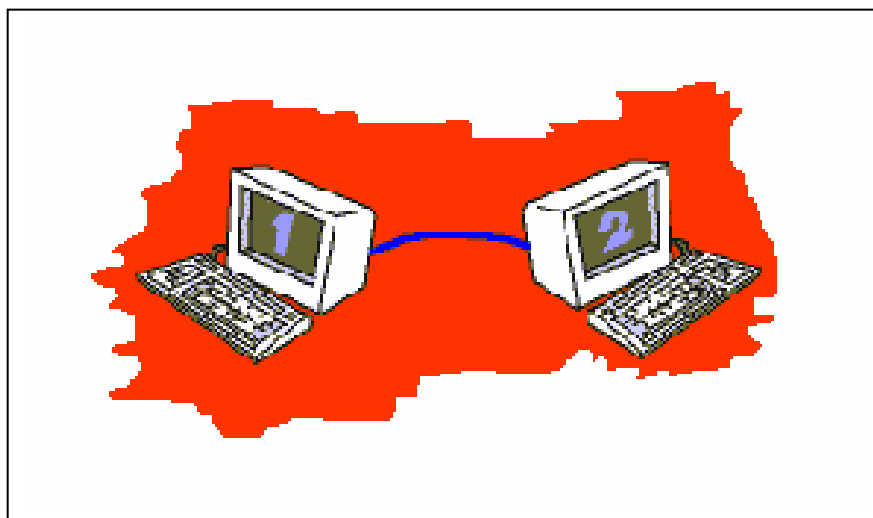
Existe alguma forma de conexões entre computadores, entre elas destacam-se:

- conexão ponto-a-ponto;
- conexão multiponto.

#### 3.7.1 CONEXÃO PONTO-A-PONTO

Neste formato, uma única estação primária está ligada a uma única estação secundária. Cada estação desta configuração pode enviar dados para outra. Na configuração ponto-a-ponto não existe endereçamento, sendo que desta forma, o *byte* que estaria reservado para o endereçamento, deverá estar inicializado com zero. A figura 14 mostra um exemplo de conexão ponto-a-ponto.

FIGURA 14- CONEXÃO PONTO-A-PONTO



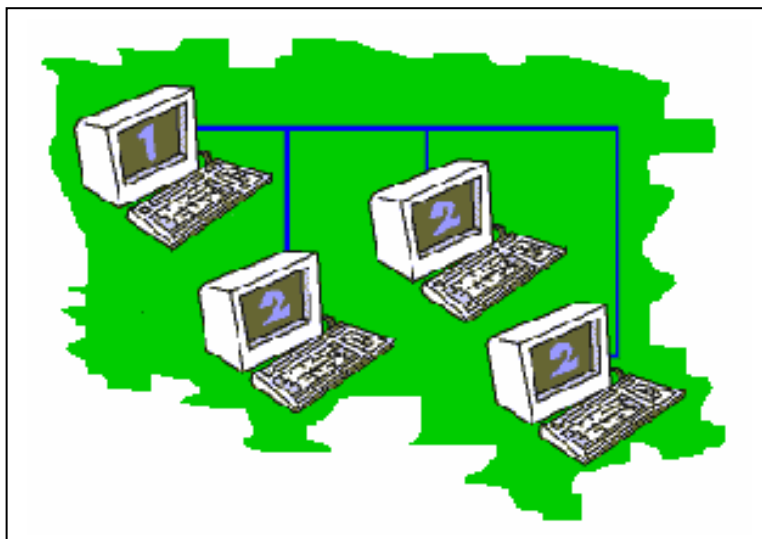
FONTE: [UCS2000]

#### 3.7.2 CONEXÃO MULTIPONTO

A ligação multiponto caracteriza-se por ter uma única estação primária, que está conectada a duas ou mais estações secundárias, conforme ilustra a figura 15.

A estação primária pode enviar os seus dados para uma ou mais estações secundárias, sendo que as estações secundárias, apenas podem enviar dados para a estação primária.

**FIGURA 15 - CONEXÃO MULTIPONTO**



FONTE: [UCS2000]

### **3.8 COMUNICAÇÃO COM INTERFACES**

De acordo com [NET1993], a interface serial é uma pequena parte de um computador, a qual é utilizada para transmitir e receber dados. Se a interface serial é assíncrona, ela tem por responsabilidade formatar funções tais como:

- inserção e remoção de bits de início e fim de transmissão;
- arranjar os bytes ASCII para 8 quando o código usado for 7;
- inserir e remover *bits* de paridade, quando necessário.

Existem diversas propostas de interface serial, porém a mais implementada é a interface padronizada RS-232.

#### **3.8.1 INTERFACE RS-232**

Para permitir um intercâmbio seguro de informação com o mundo exterior, será exigida uma interface. A interface serial mais comumente utilizada nos microcomputadores é a RS-232-C. Originalmente criada para facilitar a interconexão dos terminais e os equipamentos de comunicação de dados.

Na interface RS-232-C os pinos mais comumente utilizados são três, sendo que dois com função de enviar e receber dados. O circuito de referência é freqüentemente e erroneamente chamado de “circuito terra”. Uns poucos pinos no conector são absolutamente previsíveis conforme mostra a tabela 2.

**TABELA 2 - PINOS ESSENCIAS PARA COMUNICAÇÃO**

<i>Pino</i>	<i>Função</i>
<i>Pino 2</i>	pino para a transmissão
<i>Pino 3</i>	pino para a recepção
<i>Pino 5</i>	circuito Comum

No que diz respeito às características elétricas, o padrão RS-232C define atualmente, 4 níveis lógicos. As entradas têm definições diferentes dos dados. Para as saídas, o sinal é considerado em condição de marca (*mark*), ou estado “1”, quando a tensão no circuito de transferência, medida no ponto de interface é menor que  $-5V$  e maior que  $-15V$ , com relação ao circuito de referência (terra). O sinal é considerado na condição de espaço (*space*), ou estado “0”, quando a tensão for maior que  $+5V$  e menor que  $+15V$ , também com relação ao circuito de referência (terra) ([STR1996]).

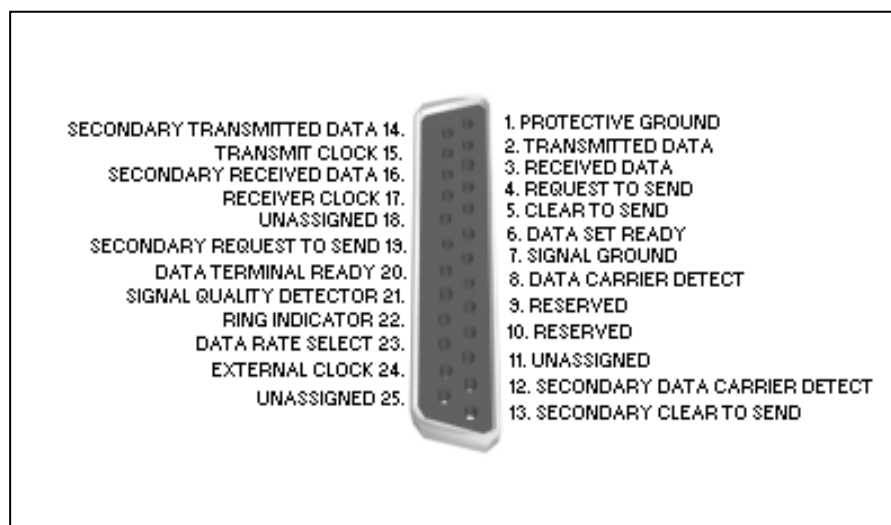
Para as entradas, o sinal é considerado em condição de marca (*mark*), ou estado “1”, quando a tensão no circuito de transferência, medida no ponto de interface, é menor que  $-3V$  e maior que  $-15V$ , com relação ao circuito *signal ground* (terra). O sinal é considerado na condição de espaço (*space*) ou estado “0”, quando a tensão for maior que  $+3V$  e menor que  $+15V$ , também com relação ao circuito *signal ground* (terra). A região compreendida entre  $-3V$  e  $+3v$  é definida como região de transição ([STR1996]).

Durante a transmissão dos dados, a condição de marca é usada para discriminar o estado binário “1”, e a condição de espaço é usada para discriminar o estado binário “0” ([STR1996]).

Esta interface define um protocolo (conjunto de regras). O padrão RS-232 define uma interface com 25 sinais (pinos), caracterizando o processo de transmissão serial,

conforme mostra a figura 16. Nove sinais são os mais utilizados, atualmente, nas implementações.<sup>1</sup>

**FIGURA 16 - CONECTOR DB25**

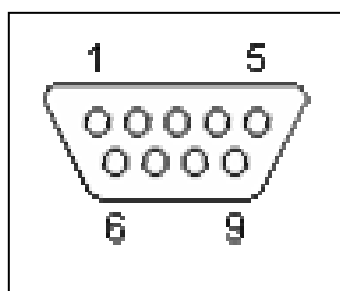


FONTE: [BRO2000]

Muitas aplicações utilizam a conexão direta via cabo para trocar informações entre dois computadores. As utilidades vão desde o simples compartilhamento de arquivos sem a utilização de placas de rede até o jogo entre dois adversários em computadores diferentes.

Cada computador dispõe de pelo menos uma porta serial, assim chamada porque ao contrário da paralela, os dados são enviados um *bit* por vez. O conector pode ser um DB9 ou um DB25, conforme as figuras 16 e 17.

**Figura 17 - CONECTOR DB9**



FONTE: [BRO2000]

<sup>1</sup> Alguns microcomputadores já disponibilizam conectores com 9 pinos ao invés de 25.

Neste protótipo, o conector utilizado é o DB9 conforme ilustra a figura 17, e os pinos utilizados para comunicação são os pinos 2 , 3 e 5. A compatibilidade dos pinos dos conectores DB9 e DB25 das portas seriais está descrita na tabelas 3.

**TABELA 3 – CONECTOR DB9 X CONECTOR DB25**

<b>Sinal</b>	<b>DB9</b>	<b>DB25</b>
<b>CD – CARRIER</b>	1	8
<b>RXD – RECEIVE DATA</b>	2	3
<b>TXD – TRANSMIT DATA</b>	3	2
<b>DTR – DATA TERMINAL READY</b>	4	20
<b>GND – GROUND (TERRA)</b>	5	7
<b>DSR – DATA SENT READY</b>	6	6
<b>RTS – REQUEST TO SEND</b>	7	4
<b>CTS – CLEAR TO SENDO</b>	8	5

### 3.8.2 USART

USART significa *Universal Synchronous Receiver-Transmitter*. É um circuito integrado que controla a porta serial do microcomputador. Ele se encarrega de fazer com que o computador receba corretamente os bytes de informação que são transmitidos pela entrada da porta serial, e também de fazer com que os dados de informação que saem do micro estejam corretos. Por exemplo, uma função da USART é assegurar que os bits (na transmissão serial, um bit é transmitido de cada vez) estejam sempre com o mesmo espaçamento no tempo. Na tabela 4, estão descritos os caracteres de controle.

**TABELA 4 - USART**

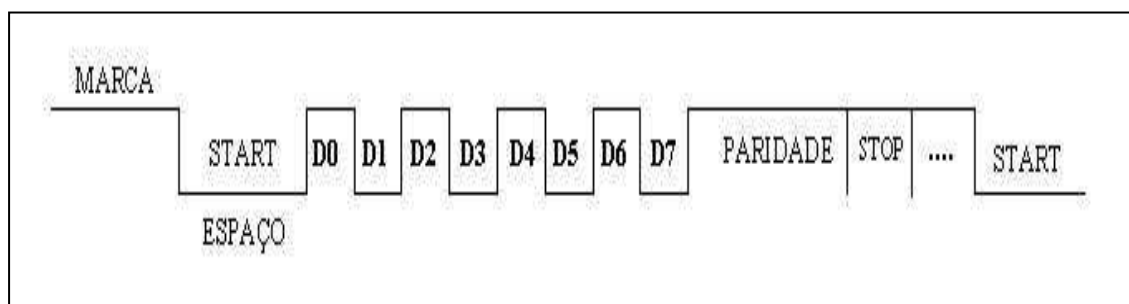
<b>Controle</b>	<b>Descrição</b>	<b>Sinal</b>
DTR	<i>Data Terminal Ready</i> . O computador informa que esta pronto para estabelecer uma comunicação.	Entrada
RTS	<i>Request To Send</i> . O computador pede para a porta serial enviar dados.	Entrada
RX	E por onde entram os dados.	Entrada
DSR	<i>Data Set Ready</i> . A UART informa ao micro que esta pronta para transmitir/receber.	Saída
CTS	<i>Clear To Send</i> . A UART informa ao micro que existem dados para serem enviados.	Saída
TX	Por onde os dados são transmitidos	Saída



Segundo [MAC2000], existem outras funções como, por exemplo, a programação do divisor do *clock* dentro dele, as entradas dos sinais de sincronismo, etc. Tudo isto é aplicado diretamente aos modems. Quando é feita a comunicação, um programa envia para o modem um DTR, o modem responde com um DSR. A comunicação se estabelece pelo transmissor (modem transmitindo) e receptor (modem recebendo). Se por algum motivo o computador não pode receber dados ele desliga o RTS. Se o modem não pode mandar dados, ele desliga o CTS.

De forma a se manter o sincronismo durante a comunicação, as USARTs não apenas convertem os dados de paralelo para serial, mas também acrescentam alguns *bits* de controle como os *bits* de início (START), *bits* de terminação (STOP) e *bits* de PARIDADE para o controle de erro, conforme mostra a figura 18. A combinação de todos estes *bits* de controle definem na USART diversos modos de operação que podem ser devidamente programados. Uma outra informação que deve ser passada é o tamanho da palavra, podendo ser de 7 ou 8 *bits*.

FIGURA 18 - USART



FONTE: [MAC2000]

### 3.8.3 INTERFACE PARALELA

A porta paralela é uma interface de comunicação e são vários os periféricos que se utilizam desta porta para receber e enviar dados para o computador, como impressoras, unidade de disco removível e outros. Ela também pode ser utilizada para o controle de processos, como por exemplo, acionar um motor de bomba de água.

O computador nomeia as portas paralelas com um nome lógico, chamando-as de LPT1, LPT2, LPT3 etc, mas a porta padrão de seu computador é a LPT1, e seus endereços são: 378h (para enviar um *byte* pela porta), 379h (para receber um *byte* pela

porta) e, 37Ah (para enviar um sinal de controle). Às vezes pode estar disponível a LPT2, e seus endereços são: 278h, 279h e 37Ah, com as mesmas funções dos endereços da porta LPT1 respectivamente.

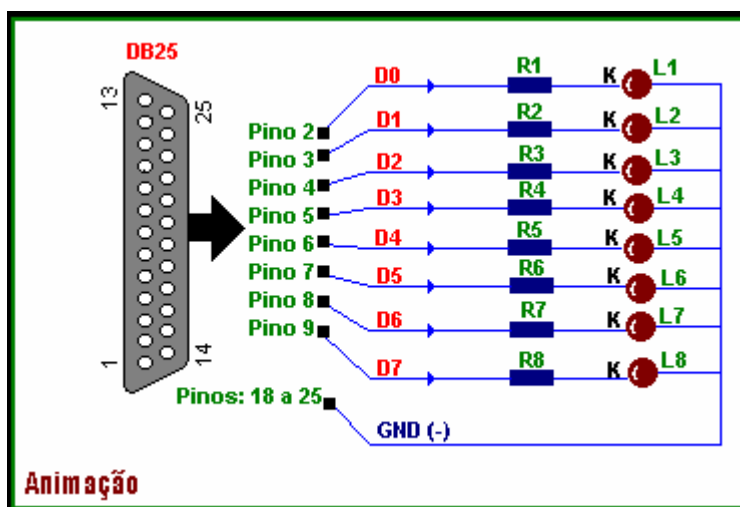
Utilizando a porta paralela conectada a uma impressora, os endereços terão nomes sugestivos, como mostra a tabela 5:

TABELA 5 - REGISTRADORES

<i>Nome</i>	<i>Endereços LPT1</i>	<i>Descrição</i>
Registro de dados	378h	Envia um byte para impressora
Registro de status	379h	Ler o status da impressora
Registro de controle	37Ah	Envia dados de controle para a impressora

É através do conector DB25, que o cabo paralelo se conecta ao computador para poder enviar e receber dados. A figura abaixo mostra um exemplo de conector padrão DB25, com 25 pinos, onde cada pino tem um nome que o identifica:

FIGURA 19 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA DB25



FONTE: [SAN2000]

A figura 19 ilustra um conjunto de componentes discretos (resistores e *leds*) ligados na porta paralela do computador, os quais podem ser acionados pelo mesmo através de uma instrução de saída. Por exemplo, uma instrução `port[$378]:=$55`, pode acender um *led*, apagar outro e assim por diante.

### 3.9 COMUNICAÇÃO DE DADOS UTILIZANDO REDES SEM FIO

Redes sem fio é uma modalidade de comunicação onde a informação (dados e voz) é transmitida através da atmosfera por ondas eletromagnéticas ou acústicas substituindo os meios físicos. Na maioria dos sistemas de redes sem fio em uso são utilizadas ondas de rádio frequência ou infravermelho.

Alguns sistemas ligados em rede não utilizam fios. Os dispositivos de redes sem fios permitem o alcance de cabos de cobre e fibras ópticas. Dividimos os dispositivos de redes sem fios nas seguintes categorias:

- os que funcionam dentro de uma sala ou edifício;
- os que funcionam dentro de uma cidade;
- e os que funcionam ao redor do mundo.

Cada tipo de produto utiliza tecnologias diferentes e tem custo e velocidades de operação diferentes, mas todos eles oferecem a capacidade de computação móvel ou portátil para pessoas em trânsito.

Os sistemas sem fios locais estendem uma rede com fios para computadores portáteis (*laptops, notebooks ou palmtops*) dentro de uma sala ou edifício. As redes sem fio ao redor do mundo podem utilizar satélites em órbita próxima da terra, que podem capturar os sinais de baixa potência de redes móveis ou portáteis.

Sendo uma tecnologia ainda pouco utilizada, as redes sem fio permitem a conexão de estações de trabalho ou sistemas pessoais às redes locais através de comunicação sem fio. Esta nova tecnologia traz muitos benefícios, dentre eles:

- economia em relação à cabeamento (inexistente);
- sua instalação é rápida, bem como sua manutenção;
- é mais compreensível.

Geralmente as redes sem fio são utilizadas em ambiente de difícil instalação da fiação (cabeamento), ou quando uma rede sofre freqüentes mudanças no ambiente, ou quando é preciso somente montar uma rede provisória. As redes sem fio podem ser classificadas em quanto à forma de transmissão em:

- redes sem fio com transmissão por infravermelho;
- redes sem fio com transmissão com transmissão a laser;

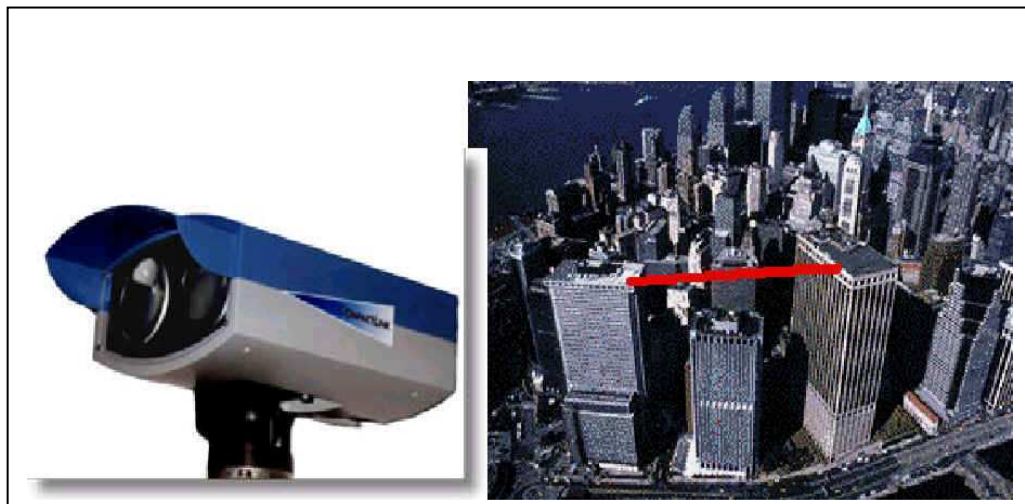
- redes sem fio com transmissão por rádio frequência.

### 3.9.1 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO POR INFRAVERMELHO

As redes sem fio com transmissão por infravermelho operam utilizando uma luz infravermelha que transmitem os dados entre os dispositivos. A transmissão de dados por infravermelho converte pulsos elétricos de dados em sinais de luz, e retornando a pulsos elétricos no receptor ([VAL1999]).

A vantagem de se utilizar este tipo de transmissão é a economia de se usar uma rede telefônica com linha dedicada para interconectar os dois locais e pela velocidade que esta transmissão atinge, que comparada com outros tipos de transmissões sem fio, é muito maior. Por outro lado, a segurança na transmissão é baixa pois basta algo interromper ou desviar o laser infravermelho dirigido para os dados transmitidos serem perdidos ou a comunicação ser interrompida. Um exemplo de rede sem fio por infravermelho é mostrada na figura 20.

**FIGURA 20 - REDES SEM FIO POR INFRAVERMELHO**



FONTE: [UCS2000]

### 3.9.2 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO A LASER

Similar à tecnologia infravermelho é necessário uma linha direta para o sinal, e se esta linha é bloqueada, a transmissão é interrompida. ([VAL1999]).

São geralmente utilizados para conexões ponto-a-ponto de longa distância, sendo esta característica a que difere da transmissão por infravermelho. Tanto este tipo de transmissão como por infravermelho, estão sujeitos a interferências climáticas que podem interromper a transmissão. Um exemplo de redes sem fio por transmissão a laser está representada na figura 21.

**FIGURA 21 - REDES SEM FIO A LASER**



FONTE: [UCS2000]

### **3.9.3 REDES SEM FIO COM TRANSMISSÃO POR RÁDIO FREQUENCIA**

O termo rádio frequência faz referência à propagação de sinais elétricos através do espaço. Esta propagação é iniciada através da aplicação de uma corrente elétrica em uma antena condutora que gera em torno de si um campo magnético que permite a transmissão dos sinais elétricos. Este campo magnético é bastante conhecido como ondas de rádios. Os principais aspectos a serem considerados na utilização da rádio frequência para transmissão de dados são: velocidade da transmissão, distância alcançada e confiabilidade da transmissão. A velocidade de transmissão (frequências altas) é inversamente proporcional à distância alcançada (tamanho da propagação da onda) e confiabilidade do sistema..

Segundo [VAL1999], as redes de computadores sem fio 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*), conforme ilustra a figura 22.

As redes sem fio por 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.

### 3.9.3.1 REDES SEM FIO POR ONDAS DE RÁDIO DE SIMPLES FREQUÊNCIA

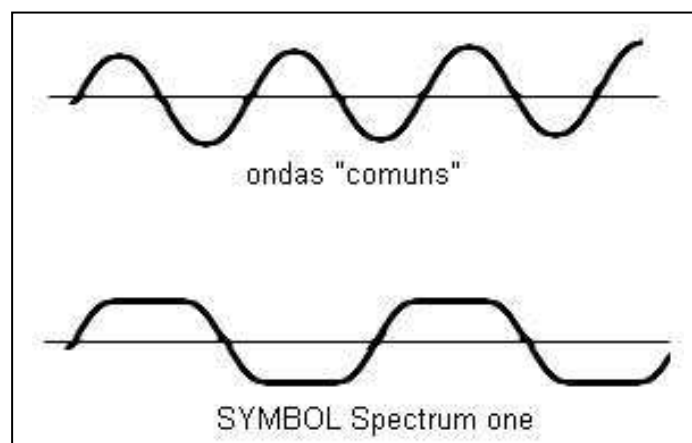
De acordo com [VAL1999], a tecnologia por ondas de rádio de simples frequência ajusta o transmissor e o receptor em uma certa frequência, podendo operar na faixa de frequência de 18 GHz. Este tipo de transmissão atinge velocidades de até 15 Mbps e consegue ultrapassar obstáculos como paredes finas. Mas não podem atravessar aço ou paredes mais grossas.

### 3.9.3.2 REDES SEM FIO POR ONDAS DE RÁDIO COM A PROPAGAÇÃO DE ESPECTRO

Esta técnica de transmissão de dados, também chamada *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 transferir informações. O propósito é melhorar a taxa de erro do *bit* na presença de ruído ou interferência ([VAL1999]).

Segundo [COL2000], *Spread Spectrum* é um tipo de comunicação que utiliza a rádio frequência para transmissão das informações. Esta tecnologia foi desenvolvida para uso governamental e militar durante a II Guerra Mundial. Ela providencia um canal de comunicação seguro e resistente a interferência externas e permite ainda o compartilhamento de uma frequência comum para diversos usuários.

FIGURA 22 - SPREAD SPECTRUM

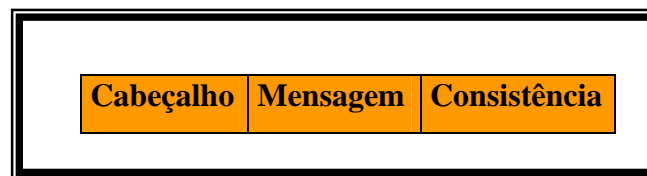


FONTE: [UNI2000]

## 4. PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

O termo protocolo refere-se a um conjunto de regras que definem uma “tarefa” ou processo na computação. Portanto, um protocolo de comunicação é um conjunto de regras que regem o processo de comunicação de dados. Segundo [STI1996], as principais características dos protocolos se referem ao estabelecimento de conexão que estabelece o enlace entre os equipamentos, transferência de dados que troca de mensagens de dados entre os equipamentos e encerramento do enlace que efetua a desconexão do enlace entre os equipamentos. O formato deste protocolo obedece ao seguinte empacotamento conforme mostra a figura 23.

FIGURA 23 - PROTOCOLO



- **Cabeçalho:** As informações de controle do pacote fazem parte deste campo;
- **Mensagem:** Este campo é formado pelas mensagens que serão transmitidas;
- **Consistência:** São caracteres para verificação de erros, como exemplo, paridade.

Existem diversas propostas de protocolos, quanto aos controles durante o processo de comunicação os protocolos podem ser classificados em:

- protocolos orientados a *byte* (caracter);
- protocolos orientados a *bit*.

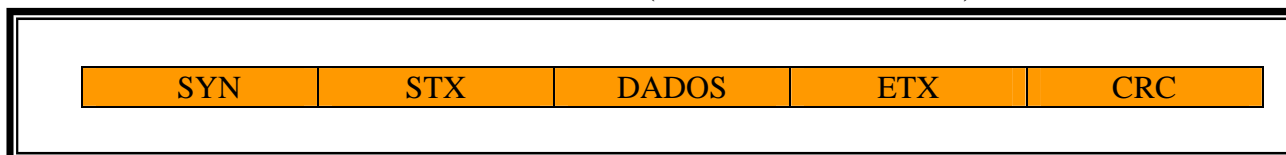
De acordo com [STI1996], protocolos proprietários orientados a *byte* são assim denominados por possuírem todos os seus controles (regras) através de caracteres de controle no tráfego das mensagens. Como exemplo desta família de protocolos temos o BSC. O protocolo BSC (Comunicação Síncrona Binária), teve origem na IBM, possuindo versões ponto-a-ponto e multiponto. Suas características são:

- síncrono;
- orientado a caracter;
- utiliza método CRC;
- permite blocagem de dados;

- buffer de dados variável;
- permite transmitir de modo transparente;
- orientado a conexão;
- formato de mensagem padronizada.

A figura 24 mostra um exemplo de protocolo:

**FIGURA 24 - MENSAGEM BSC (PONTO-A-PONTO/BSC-1)**



Sentido da transmissão: ←

**SYN** = Sincronismo (caracter);

**STX** = Início do texto (caracter);

**ETX** = Fim do texto (caracter);

**CRC** = Método de detecção de erro.

Na tabela 6, mostra os tipos de caracteres disponíveis para controle, utilizados nos protocolos orientados a *byte*:

**TABELA 6 - CARACTERES DE CONTROLE**

<b>Caracter de Controle</b>	<b>Descrição</b>
<b>ENQ</b>	Estabelece conexão.
<b>ACK</b>	Confirma recepção.
<b>NACK</b>	recepção com erros / solicita retransmissão.
<b>EOT</b>	Fim da transmissão.
<b>ITB</b>	caracter que informa ao receptor que os dados transmitidos estão bloqueados.
<b>ETB</b>	Caracter que informa ao receptor que terminou a bloqueagem dos dados, substituindo o caracter ITB.
<b>DLE</b>	Caracter que identifica a transmissão em modo transparente. É utilizado sempre acompanhado dos caracteres delimitadores dos dados.
<b>WACK</b>	significa que está solicitando um tempo (w = <i>wait</i> ).

## 4.1 DETECÇÃO E CORREÇÃO DE ERROS

Conceitualmente qualquer alteração da informação transmitida no meio de transmissão, denomina-se de erro na transmissão de dados. A origem do erro pode



acontecer pelas diversas razões, porém a maior verdade sobre o tema é que os erros ocorrerão.

As técnicas mais implementadas para a detecção de erro são:

- Técnicas baseadas nos métodos de paridade - VRC, HRC e paridade combinada;
- CRC - *Ciclical Redundancy check*, sendo este o método mais implementado;
- Métodos de detecção baseados na paridade;
- VRC - (*Vertical Redundancy check*).

#### 4.1.1 MÉTODO DA PARIDADE COMBINADA

A paridade vertical, denominada VRC (*Vertical Redundancy Checking*), consiste em acrescentar um *bit* de paridade para cada caractere transmitido. Neste método o autor define que o *buffer* de transmissão (binário) será transformado numa matriz de *n* linhas e *n* colunas. Para cada coluna desta matriz, aplica-se a técnica de paridade, que resultará numa *string* (cadeia) de *bits*, denominado de “*Bits* de controle VRC”, que acompanhará os dados na transmissão.

A paridade longitudinal (ou paridade horizontal), denominada LRC (*Longitudinal Redundancy Checking*), consiste em acrescentar um *bit* de paridade para cada nível (posição) de *bit* dentro do *byte* de um bloco, isto é, utiliza-se esta técnica de verificação de todos os *bits* do bloco de mensagem, ou seja, tanto a estação transmissora como a receptora geram contadores de *bits* ligados (1) para cada bloco de mensagem ([UCS2000]).

Portanto o LRC é o byte resultante da verificação dos *bits* de paridade do bloco de mensagem na posição horizontal. O caracter LRC é acumulado nos terminais emissores e receptores na transmissão de um bloco; este acúmulo é denominado BCC (*Block Character Check*) e é transmitida imediatamente após os caracteres de controle às linhas ETB, ETX OU ITB. Quando a mensagem chegar a seu destino, o equipamento receptor calcula um novo BCC a partir dos bits recebidos e compara-o com o BCC recebido ao final da mensagem (que foi calculado pelo equipamento transmissor). Ocorrendo a igualdade entre esse BCC's, a mensagem recebida será considerada correta, sendo aceita e processada. Caso contrário, a mensagem será considerada incorreta, pedindo-se, assim a retransmissão da mensagem.

Se após várias retransmissões (tipicamente 4) o erro ainda persistir, o terminal solicita intervenção do operador. À utilização desses dois métodos (VCR+LRC) em conjunto, dá-se o nome de paridade combinada. Alguns terminais têm a capacidade de não somente detectar o erro, mas também de corrigi-lo, quando o bit errado for devidamente identificado. Na tabela 7 temos um exemplo:

**TABELA 7 - METODO VRC**

	M	E	N	S	A	G	E	M	BCC
Bit	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	2	0	0	1	1	0	1	0	0
	3	1	1	1	0	0	1	1	1
	4	1	0	1	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	1	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	1	1	1	1	1	1	1
VRC	0	1	0	0	0	0	1	0	0

O método paridade combinada consegue detectar um erro em posição isolada, conforme diagrama representado na tabela 8.

**TABELA 8 – PARIDADE COMBINADA**

	M	E	N	S	A	G	E	M	BCC
Bit	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	2	0	0	0	1	0	1	0	0
	3	1	1	1	0	0	1	1	1
	4	1	0	1	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	1	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	1	1	1	1	1	1	1
VRC	0	1	1	0	0	0	1	0	0

Este diagrama apresenta transmissão de um erro isolado. Na recepção, o *bit* de paridade VRC de letra "N" chega com o valor "0", conforme gerado pelo transmissor, e provoca um erro de paridade vertical nessa letra, pois o VRC calculado pelo receptor será 1. O segundo bit LRC recalculado na recepção indica "0", mostrando a discrepância quando comparado ao LRC recebido do transmissor (1).

Este erro isolado é recuperável, pois a intersecção dos VRC e LRC identificam o segundo *bit* da letra "N", podendo ser corrigido.

Este método também é eficiente para constatar erros duplos no mesmo carácter, mas não faz a correção sendo necessário a retransmissão do bloco. No caso de ocorrência de erros quadrados (erros coincidentes na disposição de duas linhas mais duas colunas), o método de paridade combinada não consegue detectar a ocorrência de erros, pois os bits de paridade vertical e horizontal não sofrem alterações ([UCS2000]).

#### 4.1.2 MÉTODO HRC

Neste método o *buffer* de TX será transformado numa matriz de  $n$  linhas e de  $m$  colunas. Para cada linha desta matriz, aplica-se a técnica de paridade que resultará numa *string* de bits denominada de *bit* de controle HRC, que acompanhará os dados da transmissão.

#### 4.1.3 MÉTODO CRC

Segundo [SIL1991], o CRC, ou método de detecção polinomial é um processo de checagem de erros permitindo que se detecte praticamente a ocorrência de qualquer grupo de erros.

Neste método define-se que o *buffer* de transmissão seria “transformado” numa expressão polinomial como ponto de partida, portanto, um *buffer* de  $k$  bits resultará numa expressão polinomial de  $k - 1$ . O bit de mais alta ordem será  $X^{k-1}$ , o segundo será  $X^{k-2}$  e assim por diante até  $x^0$ , sendo:

**P(X)** = polinômio da informação a ser transmitido;

**G(X)** = polinômio gerador;

**M(X)** = grau de polinômio gerador = n. ° de bits do CRC.

Além das propostas de técnicas de detecção de erros, existem algumas propostas que oferecem a opção do receptor detectar e corrigir os eventuais erros detectados, portanto sem a solicitação da retransmissão.

A técnica mais conhecida e implementada, que propõe o referido conceito é denominada de “Método *Hamming*”. Este método define que o transmissor “reformatar” o *buffer* de transmissão, preservando as posições 1, 2, 4, 8, 16..., para que sejam preenchidas com bits de controle a serem “calculados” pelo algoritmo definido.

Métodos específicos de detecção de erros na transmissão de dados podem ser criados, para sistemas onde a probabilidade de erro na transmissão é pequena. Para este protótipo foi desenvolvido um método diferente dos métodos acima mencionados.

## **4.2 RUÍDOS**

Ruído é a denominação para sinais elétricos aleatórios e imprevisíveis provenientes de causas naturais tanto externas como internas ao sistema. Quando estes sinais são adicionados a um sinal que contém informação, esta pode ser totalmente eliminada. O ruído é difícil de ser completamente eliminado, constituindo um dos problemas básicos da comunicação elétrica ([ADL200]).

## 5. MÓDULOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS VIA RÁDIO FREQUÊNCIA

A identificação por rádio frequência ou RFID (do inglês, *Radio Frequency Identification*), é uma tecnologia que permite a identificação de objetos, pessoas ou animais, sem contato físico, através de ondas eletromagnéticas (RF). Um sistema típico é composto de *tags* e equipamentos leitores, que controlam a transmissão de informações, geralmente recebendo como resposta dos *tags* um código único de identificação.

A tecnologia por rádio frequência, é uma tecnologia que está em franca expansão em todo mundo, sendo aplicada em diversos sistemas, desde o controle de acesso de funcionários a uma empresa, localização de objetos, animais e pessoas, detecção e identificação de objetos numa linha de produção, até o pagamento automático de pedágio em rodovias e pagamento de passagens em ônibus e trens.

A RFID é uma tecnologia que em muitos casos está se tornando viável técnica e economicamente como alternativa a outros tipos de identificação automática já conhecidos, como os cartões perfurados, os cartões magnéticos e os de códigos de barra. Em relação a esta última, a RFID aparece como sua potencial sucessora, uma vez que pode substituí-la em muitas aplicações onde não é possível fazer a leitura de códigos de barra, como em ambientes com muita poeira, vapor d'água, ou em situações onde o objeto a ser identificado não está necessariamente no 'campo de visão' do leitor.

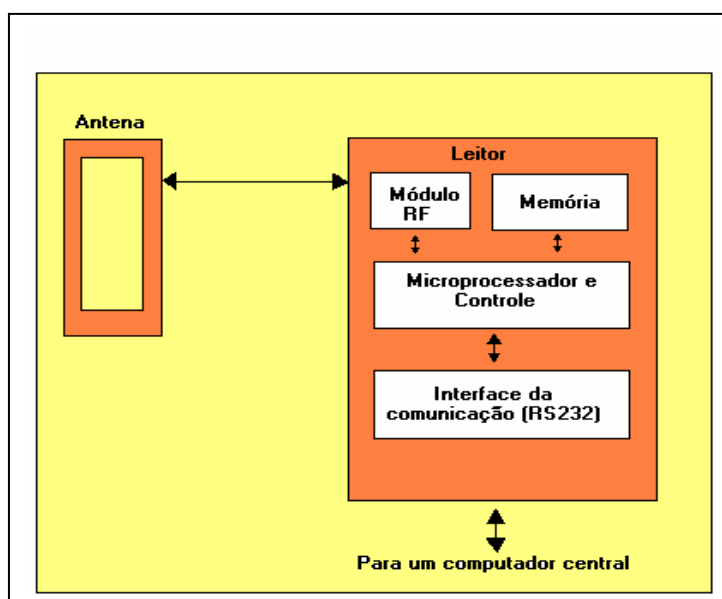
### 5.1. TRANSPONDER

Um sistema de identificação por rádio frequência é composto basicamente de dois módulos: Um *transponder* (ou *tag*), normalmente um pequeno botão de 35 mm de diâmetro ou um cartão plástico do tamanho de um cartão de crédito convencional, e um leitor que é fundamentalmente um microcomputador dedicado.

O leitor é acoplado a uma antena que excita o *tag* usando ondas eletromagnéticas e recebe de volta um código único gravado permanentemente no *tag*. A comunicação é realizada rapidamente e sem nenhum tipo de contato físico entre o leitor e o *tag*, garantindo alta confiabilidade e repetibilidade ao sistema, pois não há partes mecânicas móveis, como conectores, na interação leitor-*tag*. O Módulo de rádio frequência é o responsável pela excitação da antena e recepção da informação contida no *tag*, enquanto

o módulo de controle geralmente é um microcomputador dedicado, que transforma a informação analógica recebida em uma equivalente digital, e a envia para um computador central usando interfaces padronizadas como a RS232. Atualmente a maioria dos leitores usa uma frequência de comunicação na faixa de 130 KHz, especialmente quando usadas em *tags* passivos. Já com os *tags* ativos e os de leitura e escrita, alguns fabricantes usam frequências de 915 MHz e 2,4 GHz, pois estas frequências mais altas também contribuem para o aumento significativo da distância da leitura ([KIT2000]). O diagrama de blocos de um leitor é ilustrado na figura 25.

**FIGURA 25 - DIAGRAMA DE BLOCOS DE UM LEITOR USADO EM RFID**



Com relação ao tipo de modulação usada na comunicação do leitor-*tag*, a maioria dos sistemas comerciais disponíveis utiliza a modulação FSK (*Frequency Shift Keying*), pois este tipo de modulação tem boa imunidade a ruídos.

A performance de um sistema RFID é medida basicamente por dois aspectos principais: a distância e a velocidade da leitura. Outros parâmetros como consumo de energia do leitor, a durabilidade da bateria dos *tags* ativos, a resistência mecânica dos encapsulamentos dos *tags* e a precisão dos dados coletados são também importantes quando da especificação e seleção de um sistema RFID.

A distância de leitura depende de muitos fatores, entre eles:

- o tipo de *tag*;
- o ruído eletromagnético presente no ambiente;

- a orientação espacial em relação ao leitor no momento da comunicação;
- o tipo e a forma da antena;
- a potência do sinal emitido pelo leitor;
- a existência de materiais ferromagnéticos próximos ao *tag* ou entre este e o leitor.

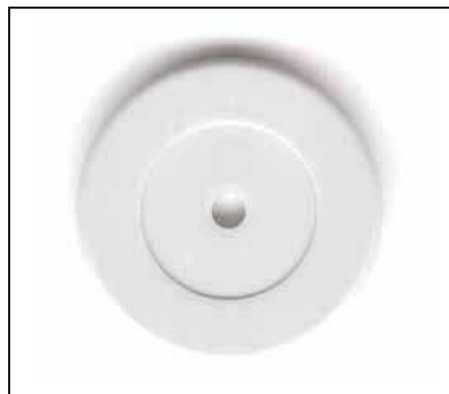
Já a velocidade da leitura depende fundamentalmente da velocidade em que o leitor consegue realizar todo o processo de excitação-recepção e da velocidade com que o *tag* está se deslocando em relação ao leitor, no momento da comunicação. Estes parâmetros devem ser muito bem avaliados, para o correto funcionamento do sistema RFID.

Com relação às baterias dos *tags* ativos, estes possuem atualmente baterias de lítio extremamente finas, de 1 a 2mm de espessura, com uma vida útil de 2 a 3 anos ([BOR1999]).

## 5.2 TAGS

O *tags* são dispositivos eletrônicos que contêm um código que pode ser lido por leitor remoto, através de ondas eletromagnéticas sem nenhum contato físico. Existem *tags* em forma de botão, conforme mostra a figura 26, parafuso, cartão plástico, chaveiro, cápsula (implantado em animais), bastão e outros modelos de maior tamanho, usados em contêineres e veículos. Em geral, quanto maior o tamanho do *tag*, maior a distância com que pode se comunicar com os leitores, bem como a potência da antena.

**FIGURA 26 – TAG PASSIVO SOMENTE PARA LEITURA**



FONTE: [KIT2000]

Os *tags* podem ser classificados segundo dois aspectos. O primeiro diz respeito à existência ou não de bateria para alimentar o seu circuito eletrônico. O segundo está relacionado com a possibilidade de o leitor somente poder ler ou poder ler e alterar informações contidas no tag. Assim temos as seguintes classificações:

**Tag Passivo:** Possui um circuito integrado, onde é gravado permanentemente um código selecionado na fábrica, associado a um circuito sintonizado, composto basicamente de um circuito tanque antena-capacitor e um retificador. Quando *tag* passivo é excitado pelo campo gerado pela antena do leitor, ele usa essa energia para despertar e enviar de volta seu código. Embora muito pequena, essa energia é suficiente para alimentar o circuito contido no *tag*, permitindo a comunicação a distâncias típicas da ordem de 60 centímetros, nos modelos comerciais. Os *tags* passivos são os mais usados atualmente, envolvendo aplicações como identificação de malas no aeroporto, controle de acesso.

**Tag Ativo:** O *tag* ativo possui, além de circuitos eletrônicos semelhantes aos *tags* passivos, uma bateria de longa duração embutida. Essa bateria disponibiliza para o *tag* uma maior energia, permitindo o envio de informações a distâncias muito maiores do que os *tags* passivos. A tecnologia atual disponibiliza *tags* com distância de leitura da ordem de 0 a 15 metros. No entanto, são ainda extremamente caros e sua aplicação ainda está restrita a situações que justifiquem este custo mais elevado, ou quando a distância de leitura necessária excede a capacidade dos *tags* passivos.

**Tag somente de leitura:** Pode ser passivo ou ativo, permitindo apenas a leitura do código previamente gravado.

**Tag de leitura e escrita:** Pode ser passivo ou ativo, permitindo que o leitor possa ler informações nele contidas, podendo alterá-las quando necessário.



## 6. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo do sistema apresentado tem por objetivo o estudo da tecnologia de comunicação de dados via rádio frequência, resultando em um software para o controle de veículos.

### 6.1 MÉTODOS DE ESPECIFICAÇÃO E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO.

Para a especificação deste protótipo, aplica-se a técnica de análise essencial, que é baseada conceitualmente em três elementos: uma descrição das características dos sistemas, uma classificação dos componentes da essência de um sistema e uma classificação das restrições de implementação.

O modelo essencial consiste em dois componentes principais: o modelo ambiental e o modelo comportamental. O modelo ambiental é um modelo que mostra como o sistema interage com o ambiente externo apresentando os objetivos do sistema, o diagrama de contexto e a lista de eventos. O modelo comportamental é um modelo que indica o que o sistema deve fazer para interagir satisfatoriamente com esse ambiente.

O protótipo foi implementado utilizando o ambiente de desenvolvimento Delphi 3.0, e o banco de dados Paradox 7.0. O Delphi é um ambiente para a criação de aplicações para ambiente Windows que utiliza a metodologia de programação baseada em eventos.

O banco de dados *Paradox 7.0* é um banco de dados que armazena informações em tabelas constituídas de linhas e colunas e são utilizados para armazenar, manipular e acessar os dados.

Para a modelagem dos dados foi utilizada a ferramenta case Power Designer Data Architect, que segundo [DAN1999], provê tradicionais capacidades de modelagem de dados, inclusive banco de dados, geração, manutenção, reengenharia e documentação para arquitetura de banco de dados.

## 6.2 TECNOLOGIAS E TÉCNICAS ENVOLVIDAS

Este protótipo incorpora diversas tecnologias como leitora de cartão com contato, *transponders*, placas de rede sem fio, *tags*, protocolo de comunicação e a porta paralela do microcomputador.

### 6.2.1 LEITOR DE CARTÃO COM CONTATO

O leitor de cartão com contato, conforme mostra a figura 27, também chamado de *MinyScan*, é um leitor do tipo *slot reader* (fenda) utilizado em aplicações que exigem captura rápida e eficiente de informações contidas em código de barras, tipicamente encontradas em instituições financeiras e bancárias (boletos de pagamento, contas de concessionárias públicas ( gás, luz, etc), outros documentos de crédito e de débito), e em particular com grande utilização em transações bancárias em casa ou escritório para a leitura de documentos que serão pagos via micro computador. Além disso, outras aplicações como controle de acesso, controle de ponto, supermercados e outros estabelecimentos comerciais, poderão se beneficiar do leitor.

**FIGURA 27 - LEITOR DE CARTÃO**



O leitor de cartão funciona diretamente ligado ao micro computador, conectado paralelo com o teclado, compartilhando sua fonte de energia e também o envio dos dados lidos.

Por ser compacto (do tamanho de um *mouse*), pode ser utilizado em locais onde o espaço é reduzido, como em mesas para micro computadores e caixa em bancos. O

*MinyScan* aceita a passagem de códigos impressos em folhas ou cartões de plástico: o sensor é ajustado para efetuar a leitura independentemente do material e da espessura do mesmo, e não sofre desgaste mecânico pois não entra em contato com os documentos, visto que a leitura é feita através da reflexão do feixe de luz. O leitor não possui nenhuma parte móvel e não necessita de qualquer ajuste, não requerendo manutenção preventiva ([INF2000]).

Os dados lidos e decodificados são transmitidos ao equipamento hospedeiro através da interface serial RS-232-C ou através da interface do teclado padrão IBM-PC. Essa interface única permite que o padrão seja convertido entre serial ou teclado pela simples troca de cabos, sem a necessidade de qualquer ajuste ou ferramenta. As características técnicas são mostradas na tabela 9 ([KIT2000]).

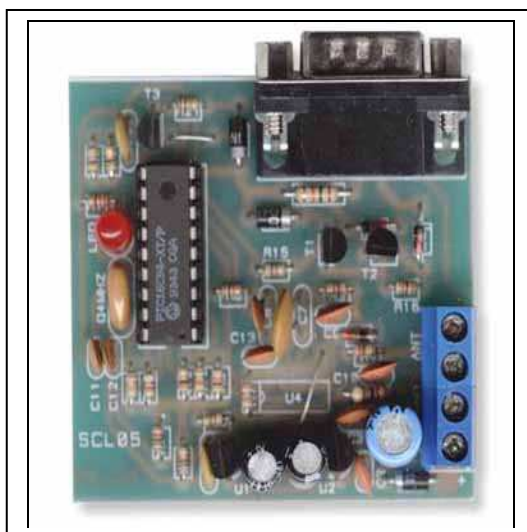
**TABELA 9 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO LEITOR DE CARTÃO**

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Tensão de alimentação	5,0 V +/- 5% regulado
Corrente consumida	100 mA .
Velocidade de transportede	30cm/s a 150 cm/s
Temperatura de operação	de + 5°C a + 40° C
Umidade relativa de operação	de 20% a 80% (sem condensação)
Dimensões (A x C x L) mm	43 x 94 x 63
Peso (sem cabo)	295 g
Tempo de processamento código de barras	80 ms
Interface	única (RS-232-C ou Teclado)
Número máximo de caracteres	60
Especificação técnica do código de barras	2 de 5 Intercalados, CODE 39 e 128

### 6.2.2 TRANSPONDER

Foi utilizado neste protótipo o transponder modelo SCL05. Maiores informações sobre esta tecnologia pode ser encontrado em [KIT2000]. A figura 28, mostra o leitor utilizado.

FIGURA 28 - LEITOR USADO EM RFID



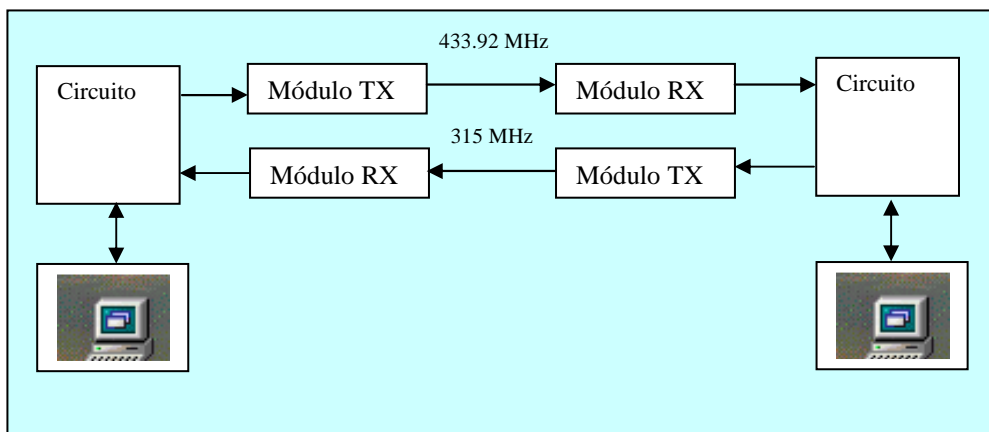
### 6.2.3 TAGS

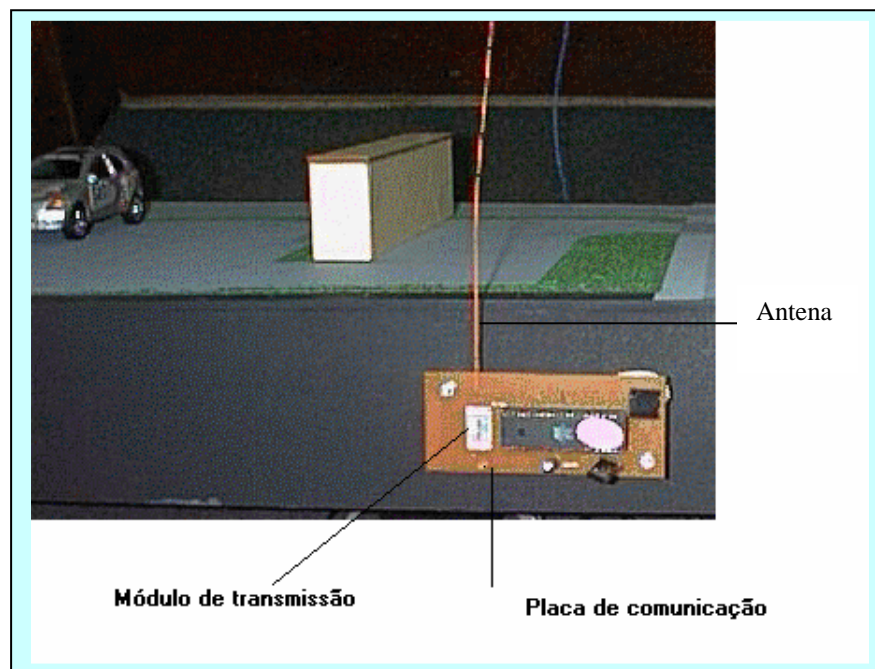
Para identificar cada veículo, foi acoplado a cada um, um tag contendo seu código específico.

### 6.2.4 PLACAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS VIA RÁDIO FREQUÊNCIA

As placas de transmissão de dados utilizadas incorporam a utilização de módulos específicos de transmissão e recepção dos dados. As placas estão ilustradas nas figuras 30 e 31. Basicamente, a comunicação de dados nestas placas não possui diferença. O sistema é formado por quatro módulos, conforme ilustra a figura 29, pois é necessário transmitir e receber dados. Isso permite a utilização de dois canais distintos de comunicação, característica da transmissão *full-duplex*. Cada transmissor opera em uma frequência diferente, evitando a interferência causada pelo módulo que se encontra no sentido oposto, da mesma forma para os receptores.

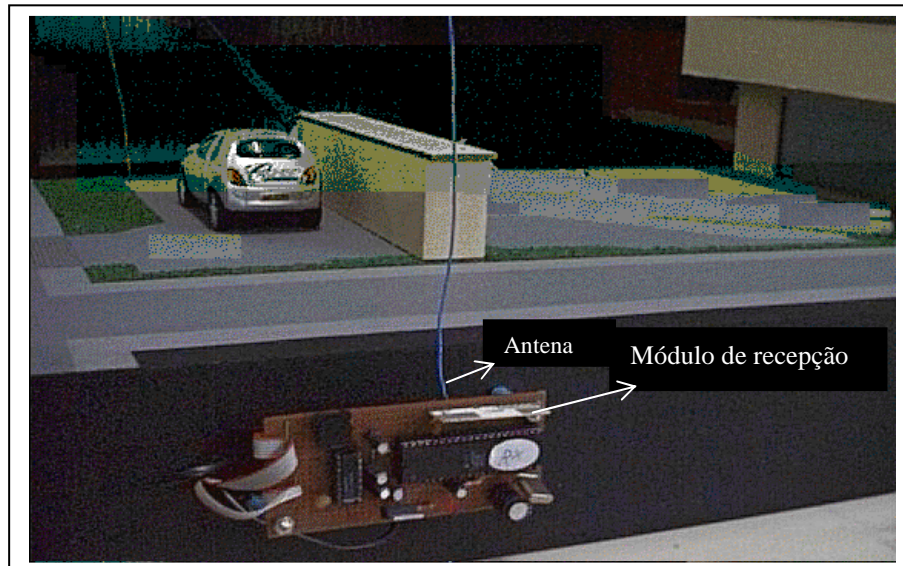
FIGURA 29 - ESQUEMA DE COMUNICAÇÃO





Os dois módulos existentes nas placas foram desenvolvidos pela TELECONTROLLI [TEL2000].

**FIGURA 31 - PLACA CONTENDO O MÓDULO DE RECEPÇÃO**

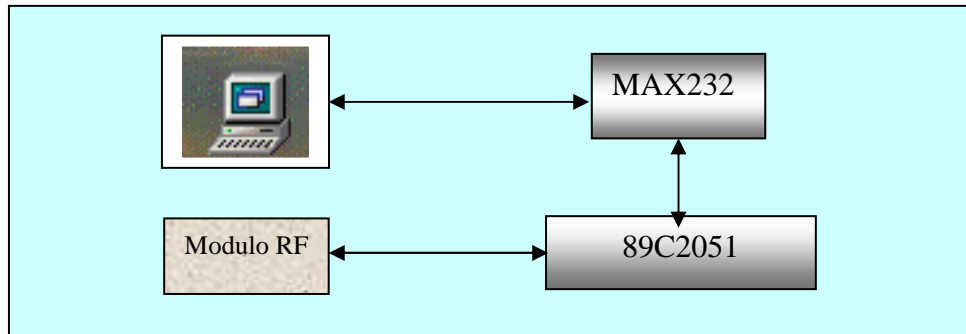


## 6.2.5 CIRCUITO

Os módulos utilizados não podem ser conectados diretamente a porta serial do microcomputador, devido às características da RS232. Para compatibilizar a comunicação entre a interface RS232 e os módulos de radio frequência, foi criado um

outro circuito. Este circuito realiza conversão de tensão do sinal de entrada e modulação do sinal.

**Figura 32 - CIRCUITO**



### 6.2.6 MAX232

O sinal digital da porta serial trabalha com +12V e -12V para representar os bits, ou seja, +12V para representar o *bit* “1” e -12V para representar o *bit* “0”. Já os módulos de radio freqüência utilizam outra escala para representar os dígitos binários em sua entrada: +5V para o bit “1” e 0V para o bit “0”. Para isso foi necessário a utilização de um circuito integrado, o MAX232, que é responsável pela conversão do sinal elétrico +12V e -12V para +5V e -5V, e vice-versa ([MAX2000]).

### 6.2.7 MICROCONTROLADOR

O microcontrolador utilizado é o 89C2051, da Atmel [ATM2000]. O microcontrolador foi programado para bufferizar os dados em forma de uma fila. No circuito ele recebe os dados e armazena numa área dentro do próprio microcontrolador. A medida que os bits são enfileirados, os mesmo são transmitidos para o módulo de transmissão. Este modelo foi baseado em um trabalho realizado por Ronaldo Martins. Maiores detalhes podem ser encontrados em [MAR2000].

### 6.2.8 FUNCIONAMENTO DAS PLACAS.

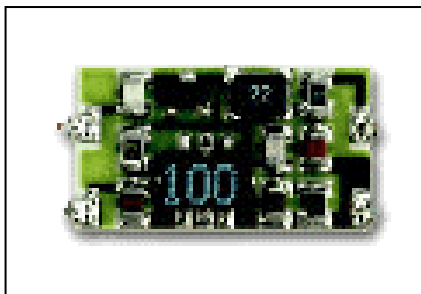
Inicialmente o microcontrolador fica esperando receber dados via conversor serial MAX232. Ao receber um byte via porta serial, ele é colocado no buffer de memória para posteriormente ser enviado via radio freqüência através do módulo RT4. O Buffer de recepção de dados tem capacidade para 32 bytes, trabalhando em modo cíclico, ou seja, ao chegar no fim do *buffer*, o contador de endereço aponta para o início. Como a

transmissão inicia-se após recepção do primeiro byte, não há possibilidade de sobreposição de dados.

## 6.2.9 MÓDULOS DE TRANSMISSÃO

Realiza transmissão por rádio frequência. O modelo deste módulo é RT4 - módulo transmissor de rádio frequência com antena externa e transmite em uma frequência de 433.9 MHz. As principais características do módulo transmissor de dados por rádio frequência são detalhados na tabela 10. O módulo de transmissão está acoplado a placa de transmissão e está ilustrado na figura 33.

FIGURA 33 - MODULO DE TRANSMISSÃO



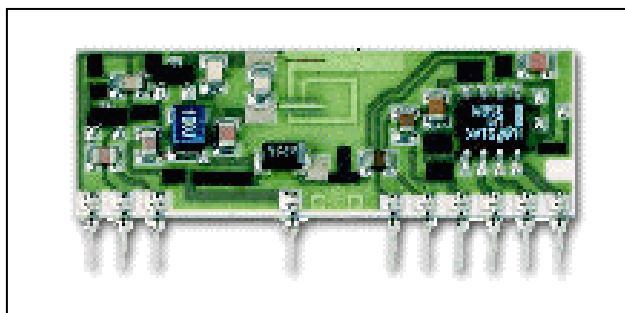
FONTE: [TEL2000]

TABELA 10 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRANSMISSOR

Características	MIN	MAX	Unidade
Voltagem para funcionamento	2	14	V DC (volts)
Corrente para funcionamento	4	4	mA (miliamperes)
Frequência de Trabalho	303,8	433,92	Mhz (megahertz)
Velocidade de transmissão	1600	4800	Bps (bits por segundo)
Temperatura de operacionalização	-25	+80	<sup>0</sup> C (graus Celcius)
Alcance da frequência		60	m (metros)

## 6.2.10 MÓDULO DE RECEPÇÃO

FIGURA 34 - MODULO DE RECEPÇÃO



FONTE: [TEL2000]

De acordo com a TELECONTROLLI [TEL2000], este módulo realiza a recepção garantindo a integridade dos dados mesmo na presença de ruídos. O receptor recebe a voltagem dos dados transmitidos, transforma esta voltagem em oscilações da onda descartando as oscilações diferentes. O modelo deste módulo é RR3, conforme mostra a figura 35, receptor de rádio frequência super regenerativo. Recebe uma frequência de 433.92, 418 e 315 MHz. As características técnicas do receptor estão descritas na tabela 11.

TABELA 11 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO RECEPTOR

Características	MIN	MAX	Unidade
Voltagem para funcionamento	4.5	5.5	V DC (volts)
Corrente para funcionamento	2.5	3	mA (miliamperes)
Frequência de Trabalho	200	450	Mhz (megahertz)
Temperatura de operacionalização	-25	+80	°C (graus Celcius)

## 6.2.11 BIBLIOTECA DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

A biblioteca utilizada para a implementação do protótipo para a comunicação serial, foi desenvolvida pela *Marshallsoft Computing*, e a biblioteca para a comunicação paralela, TViCHW32.DLL.



### 6.2.11.1 BIBLIOTECA MARSHALLSOFT

A Biblioteca de Comunicações Standard para *Delphi* (WSC4D) é uma biblioteca para comunicações assíncronas de ligação dinâmica (DLL) que usa a API do Windows. O “WSC4D DLLs” (WSC16. DLL e WSC32. DLL) pode ser chamado de qualquer aplicação, incluindo programas escritos em C/C++, *Delphi*, *Visual Basic*, *Fortran* e *COBOL*.

WSC4D contém mais de 30 funções. Todas as funções devolvem um número negativo se uma condição de erro é descoberta.

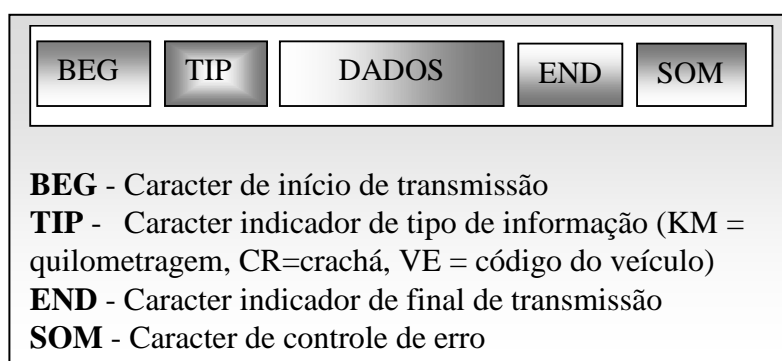
### 6.2.11.2 PORTA PARALELA

A biblioteca utilizada para comunicação com a porta paralela é a TViCHW32.DLL. Maiores sobre a biblioteca podem ser vistos em [ISH2000].

## 6.2.12 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO UTILIZADO

Um protocolo é o conjunto de normas ou procedimentos necessários para iniciar e manter uma comunicação entre duas ou mais máquinas. Um protocolo é o conjunto de normas que permite que dois ou mais computadores se comuniquem. O protocolo consta de uma sintaxe, uma semântica e um tempo. A sintaxe de um protocolo define os

FIGURA 35 – PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO UTILIZADO



### 6.2.12.1 MÉTODO DE CORREÇÃO DE ERROS

O Método de correção de erros utiliza uma técnica onde é feito um somatório dos valores hexadecimais do valor ASCII de cada byte do pacote transmitido, isto é,

somando o caracter de controle TIP e o dado. O resultado da soma será acrescido ao final do pacote.

### 6.3 O AMBIENTE DO PROTÓTIPO

O Protótipo utiliza-se da 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 computadores que, interligados, 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.

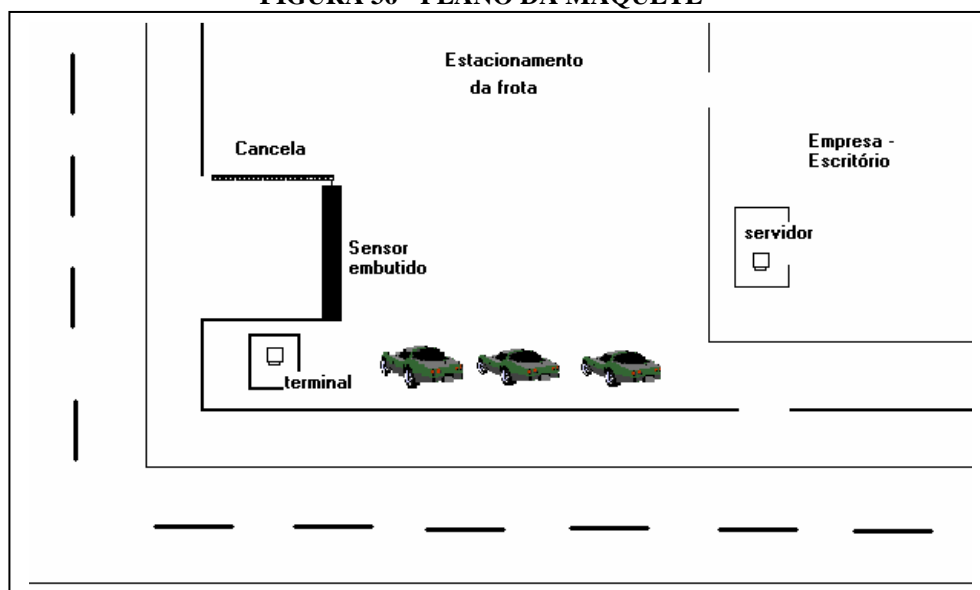
### 6.4 ESPECIFICAÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo utiliza a comunicação de dados via rádio freqüência, resultando em uma aplicação para o controle de veículos. Esta aplicação tem como característica uma arquitetura cliente/servidor.

### 6.5 OBJETIVOS DO SISTEMA E SIMULAÇÃO

Para a demonstração do sistema proposto, foi construída uma maquete com base no plano representado na figura 36.

FIGURA 36 - PLANO DA MAQUETE

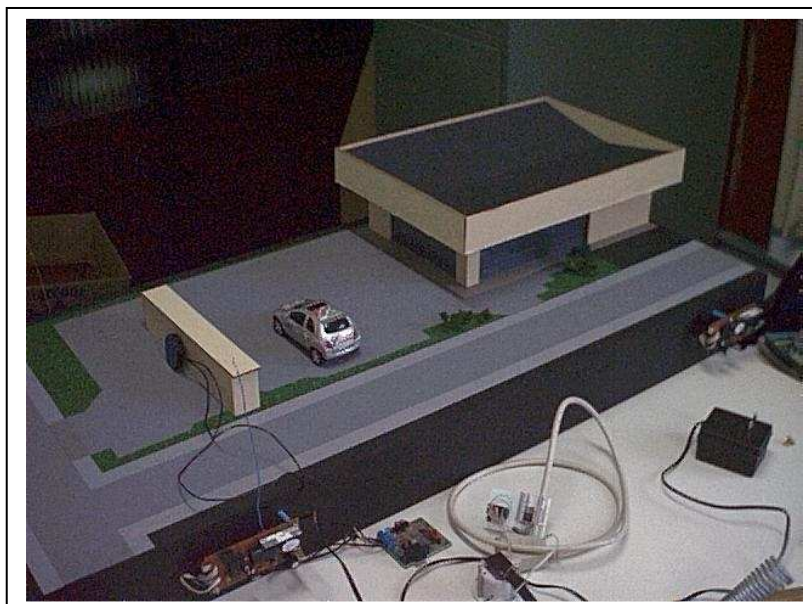


Quando um determinado motorista precisar sair com algum carro, ele se dirige ao portão de saída, passando pelo sensor de presença. Ao detectar sua passagem do carro, o sensor lê o código contido dentro do *tag*, que está dentro do veículo. Envia o código contido no *tag* para o computador *host*, usando o protocolo já especificado. Consulta no *host* se este código já foi registrado e se está em aberto. Caso negativo, o *host* “entende” que o veículo está saindo e registra a sua saída, solicitando que o motorista passe o seu crachá de identificação e que digite a quilometragem de saída, abrindo a cancela após a digitação.

Ao retornar, o veículo passa novamente pelo sensor de presença, o mesmo consulta a situação deste veículo no servidor e o mesmo já “sabe” que este veículo está retornando e solicita somente a quilometragem de retorno. A cancela se abre, permitindo o acesso do veículo ao estacionamento.

O protótipo utiliza algumas tecnologias já existentes como placas de transmissão via rádio frequência, *transponders*, *tags*, leitora de cartão com contato e a porta de comunicação paralela para acionamento da cancela. Para a ilustração do conjunto de tecnologias utilizadas, foi construída uma maquete, conforme mostra a figura 37.

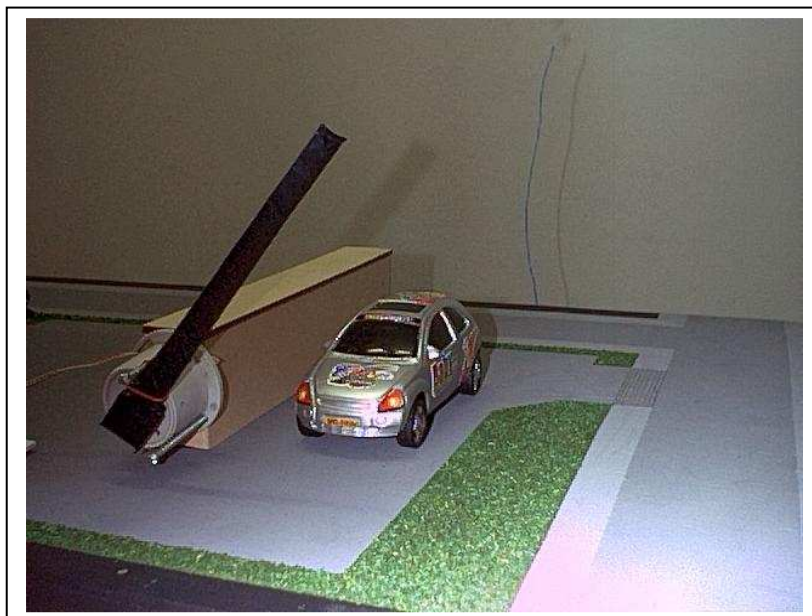
**FIGURA 37 - MAQUETE**



O ambiente do protótipo compõe-se de um computador denominado cliente, onde está acoplado a ele um transmissor e um receptor (placas transmissora e receptora), o *transponder*, a leitora de cartão com contato. Existe uma aplicação sendo executada neste cliente, responsável pela leitura dos dados e envio das informações ao servidor. Este

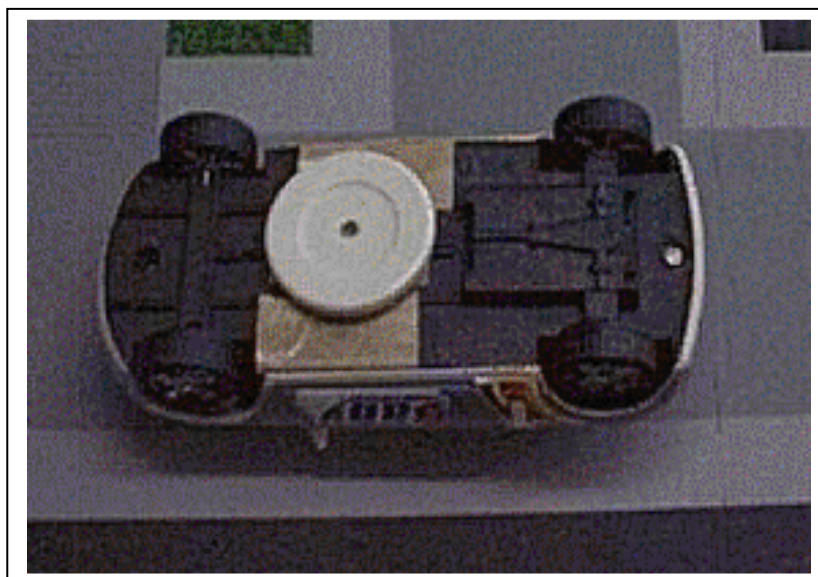
computador está localizado na entrada da empresa, mais precisamente no portão de acesso ao estacionamento da frota. O acesso ao estacionamento da empresa está representado na figura 38, que faz parte da maquete.

**FIGURA 38 - ACESSO AO ESTACIONAMENTO**



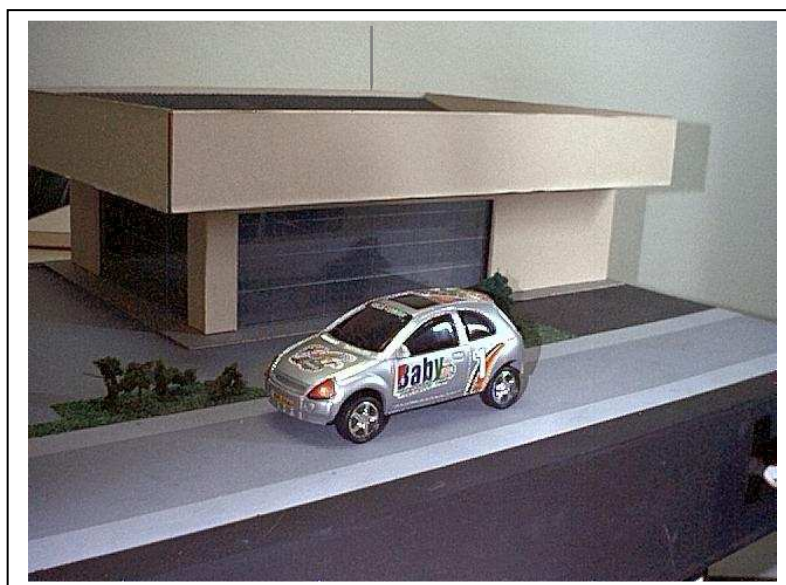
Em cada veículo está localizado o *tag* contendo o código de identificação do veículo, ilustrado na figura 39.

**FIGURA 39 - VEÍCULO COM O TAG**



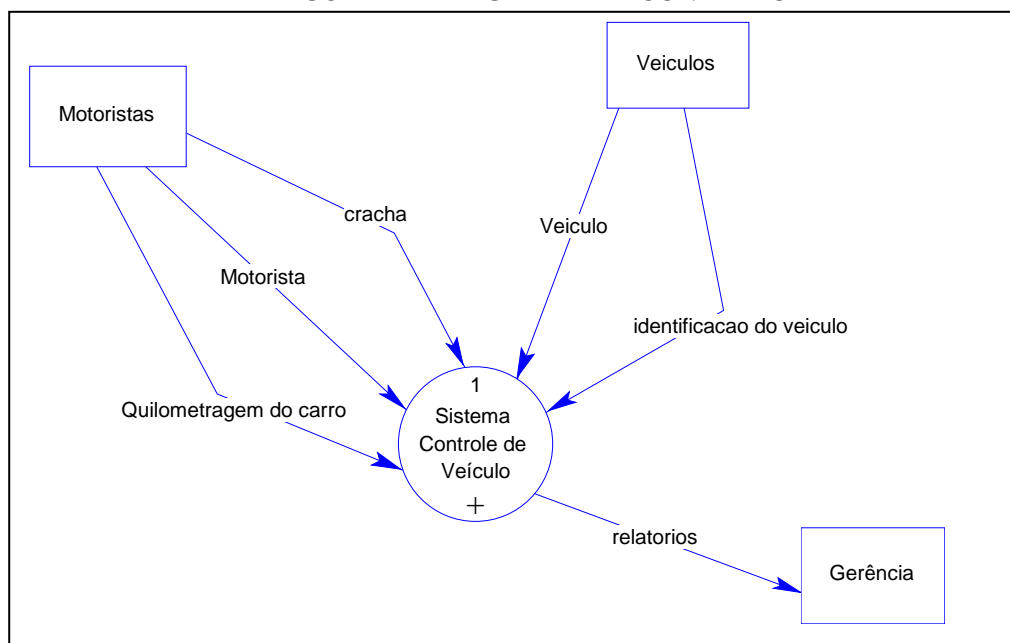
Dentro da empresa então, está localizado o servidor, contendo a aplicação responsável pelo recebimento, validação da informação e armazenamento das mesmas no banco de dados. A principal função do protótipo é controlar a entrada e saída dos veículos da empresa, bem como a geração de relatórios contendo informações a respeito da utilização de cada veículo. No computador servidor está localizado outro par receptor e transmissor, responsável pelo recebimento e envio das informações ao cliente. A figura 40 ilustra a maquete, no lado do servidor.

**FIGURA 40 – LADO DA MAQUETE ONDE FICA LOCALIZADO O SERVIDOR**



## 6.6 DIAGRAMA DE CONTEXTO

**FIGURA 41 - DIAGRAMA DE CONTEXTO**



## 6.7 LISTA DE EVENTOS

Um evento pode ser definido informalmente como um acontecimento do mundo exterior que requer do sistema uma resposta. Os eventos encontrados são:

1. motorista é cadastrado;
2. veículo é cadastrado;
3. veículo é utilizado;
4. motorista digita quilometragem;
5. veículo é registrado;
6. motorista passa crachá;
7. diariamente é gerado relatório de utilização de veículo;
8. diariamente é gerado relatório da situação do motorista;
9. mensalmente é gerado relatório total de quilometragem percorrida pelos veículos.

## 6.8 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a implementação do protótipo, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento Delphi 3.0.

## 6.8.1 TELA PRINCIPAL



A tela principal permite ler a porta de comunicação, permitindo que o sistema receba e envie dados ao outro microcomputador. Permite também acessar a tela de cadastro de veículos e motoristas, tela de relatórios, tela de consultas e a tela de informações do sistema.

## 6.8.2 TELA DE CADASTRO DE VEÍCULOS

The image shows a software window titled "Cadastro de Veículos" with a dark blue header bar containing the text "PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA O CONTROLE DE VEÍCULOS". The main content area is light gray and titled "CADASTRO DE VEÍCULOS". It contains a form with the following fields and values:

- Código: 1
- Descricao: Fiat Uno
- Ano: 1995
- Modelo: 1998
- Cor: Branca
- Quilometragem: 12000

Below the form is a row of navigation buttons: a left arrow, a right arrow, a plus sign, a minus sign, an up arrow, a checkmark, a close button (X), and a refresh button (circular arrow). At the bottom of the window are two buttons: "Voltar" (with a circular arrow icon) and "Sair" (with a red X icon).

A tela de cadastro de veículos permite cadastrar as informações sobre o veículo, bem como a quilometragem inicial de cadastro.



### 6.8.3 TELA DE CADASTRO DE MOTORISTAS

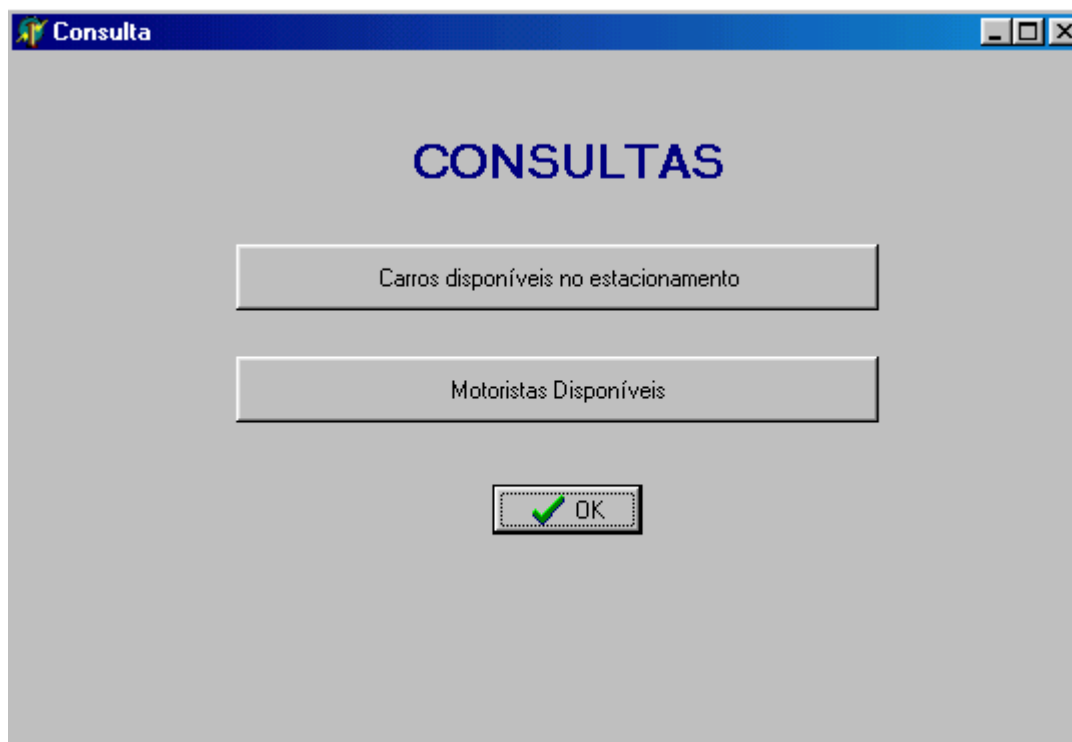
The screenshot shows a software window titled "Cadastro de Motoristas" with a subtitle "PROTÓTIPO DE UM SISTEMA PARA O CONTROLE DE VEÍCULOS". The main content area is titled "CADASTRO DE MOTORISTAS" and contains a registration form with the following fields and values:

Codigo	1		
Nome	José da Silva		
Sexo	M		
Endereco	R. Marechal Deodoro, 184		
Cidade	Blumenau	Estado	SC
Identidade	2874539		
Carteira Nº	111526351		

Below the form fields is a row of navigation buttons: a left arrow, a right arrow, a plus sign, a minus sign, an up arrow, a checkmark, a close button (X), and a refresh button. At the bottom of the form area are two buttons: "Voltar" (with a green circular arrow icon) and "Sair" (with a red X icon).

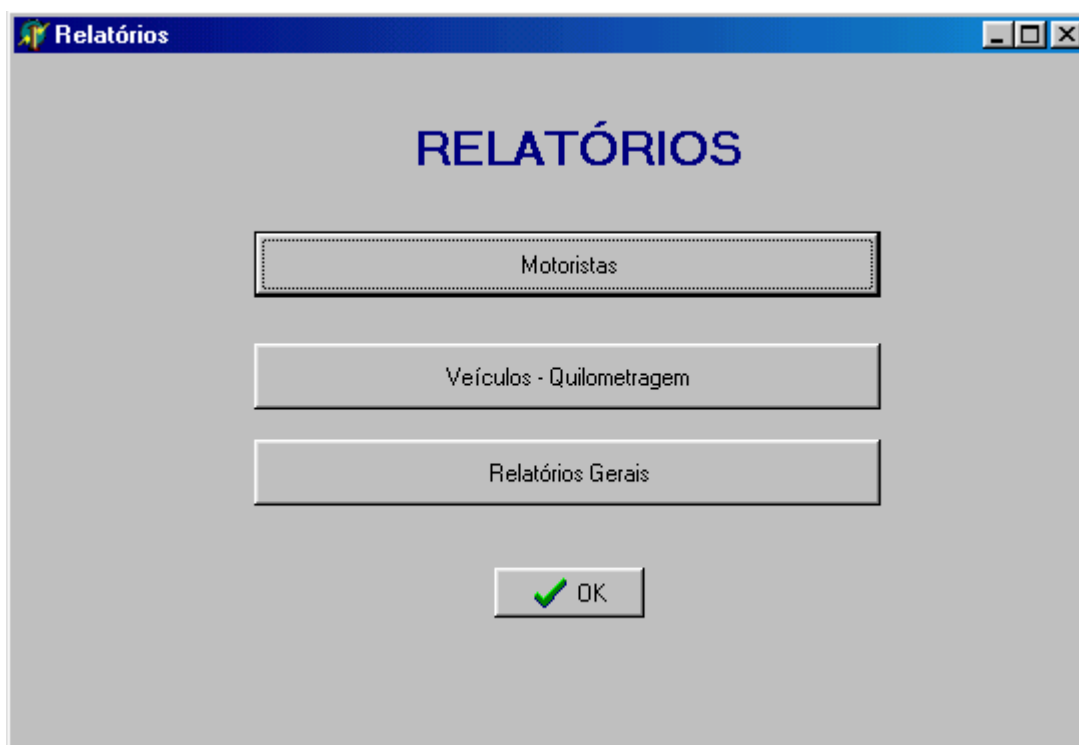
Esta tela permite cadastrar os dados pessoais de cada motorista.

## 6.8.4 TELA DE CONSULTAS



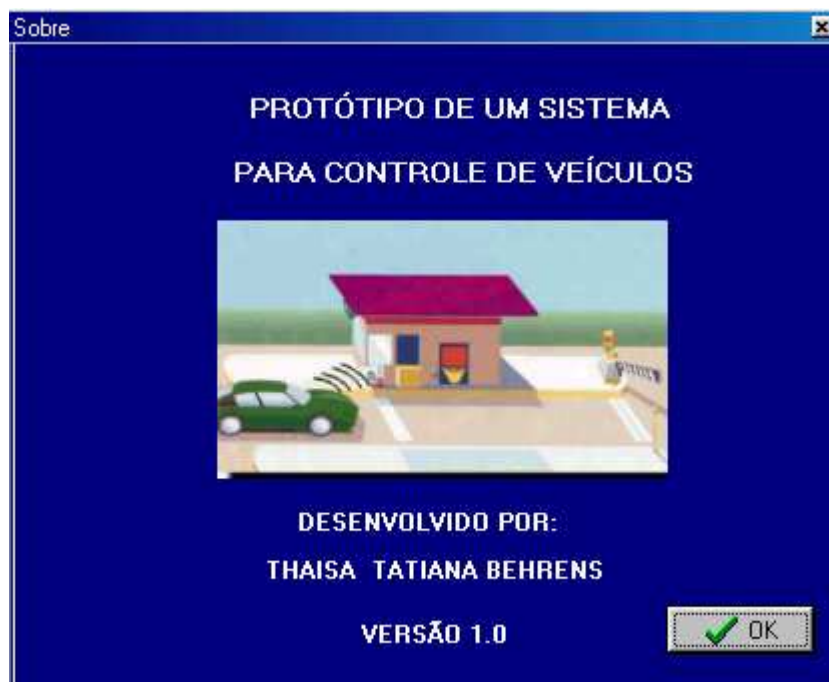
Esta tela permite consultar os carros disponíveis no estacionamento da empresa e os motoristas disponíveis para utilizar o veículo.

## 6.8.5 TELA DE RELATÓRIOS



Esta tela traz relatórios a respeito dos serviços dos motoristas, relatórios a respeito do veículo, contendo a quilometragem e utilização.

## 6.8.6 TELA “SOBRE”



### 6.8.7 APLICAÇÃO NO CLIENTE/ PORTÃO DE ENTRADA



Esta tela mostra a aplicação sendo executada no computador localizado na entrada da empresa. Nesta aplicação é possível ler o transponder, o crachá do motorista e solicitar a digitação da quilometragem do veículo.

Esta aplicação “conversa” com a aplicação que está sendo executada no servidor, fazendo consultas no banco de dados.

## **7. CONCLUSÃO**

O controle de veículos em muitas empresas no Brasil ainda é muito deficiente. Este trabalho propôs uma solução para os problemas encontrados, utilizando tecnologias para tornar este processo eficiente e seguro.

A comunicação de dados via rádio frequência é uma tecnologia utilizada em diversos sistemas, desde a identificação de objetos (transponders), até a troca de informações entre computadores sendo uma tecnologia em franca expansão em todo mundo.

Para que o desenvolvimento deste protótipo fosse possível, foi necessário a aquisição das tecnologias envolvidas, por parte da autora deste trabalho. As placas de comunicação via rádio frequência foi construída pela WF Automação. O transponder e os tags e a leitora de cartão com contato foram comprados.

O custo total destas tecnologias é de aproximadamente R\$ 1.000,00. Para torná-lo um produto comercial, é preciso viabilizar um equipamento que englobe as tecnologias utilizadas no computador localizado no portão de entrada, para a comodidade do acesso à saída. É preciso também aperfeiçoar o software para que ele contabilize os custos com combustíveis e pneus para facilitar o controle dos veículos.

Este protótipo tinha como objetivo o desenvolvimento de um software para o controle de veículos, realizando o acesso dos veículos à empresa com maior comodidade e segurança, contando também com a geração de relatórios referente aos mesmos. O resultado da validação do software foi que ele atendeu as expectativas esperadas, alcançando os propósitos desejados.

### **7.1 DIFICULDADES ENCONTRADAS**

Houve dificuldade em encontrar informações a respeito de rádio frequência com interface RS 232 e também algumas dificuldades iniciais na montagem das placas de comunicação de dados via rádio frequência, que apresentou alguns ruídos.

## 7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma idéia interessante é fazer com que seja acoplado a este software módulos gerenciais que tenham um controle de pneus, controle da documentação, controle de manutenção preventiva e corretiva e controle de combustíveis.

Pode-se incrementar ainda o sistema, utilizando a tecnologia GPS (Sistema de Posicionamento Global), para registrar o caminho realizado por cada veículo, detectando assim possíveis “rotas” desnecessárias e/ou muitas vezes indevidas, com o objetivo de redução de custos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [ALD2000] ALDEMARI. **Introdução as Redes.** Endereço Eletrônico: <http://www.cnet.com.br/aldemari/redes/reded.htm>. Data da última consulta: 15/11/2000.
- [ATM2000] ATMEL, Corporation. **Products** Endereço Eletrônico: <http://www.atmel.com>. Data da última consulta: 23/11/2000.
- [BAR2000] BARRETO, José Renato Ferreira. **O Transporte nas empresas.** Endereço Eletrônico: <http://www.eps.ufsc.br/disserta99/barreto/cap3.html>. Data da última consulta: 17/11/2000.
- [BOR2000] BORGES, Francisco Fechine. **Identificação por rádio frequência.** Endereço eletrônico: [http://www.cefetpb.br/principa\\_num\\_2\\_n/identificacao.htm](http://www.cefetpb.br/principa_num_2_n/identificacao.htm). Data da última consulta: 15/07/2000.
- [BRO2000] BROWN, Brian. **Data Communications.** Endereço Eletrônico: [http://www.cit.ac.nz/smac/dc100www/dc\\_000.htm](http://www.cit.ac.nz/smac/dc100www/dc_000.htm). Data da última consulta: 22/11/2000.
- [COL2000] COLETTI, Luiz Henrique. **Wireless – Redes sem Fio.** Endereço Eletrônico: [http://www.cirp.usp.br/cursos/curso\\_wireless/wireless.html](http://www.cirp.usp.br/cursos/curso_wireless/wireless.html). Data da última consulta: 17/11/2000.
- [DAN2000] DANIELSKI, Cindy. **Protótipo de um sistema de administração para eventos. Blumenau, 1999.** Monografia (Bacharelado em Ciências da Computação) Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.
- [MAC2000] MACHADO, Roberto. **O que é USART.** Endereço Eletrônico: <http://listas.actech.com.br/meupovo/1996/0081.html>. Data da última consulta: 18/11/2000.

- [MAR1994] MARTINS, Sandra Mara. **Sistema para transportadoras, controle de frotas**. Blumenau, 1994. Relatório de Estágio supervisionado (Bacharelado em Ciências da Computação) Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.
- [MAR2000] MARTINS, Ronaldo. **Microprocessadores**. Endereço Eletrônico: <http://sites.uol.com.br/tuta/index.htm>. Data da última consulta: 15/11/2000.
- [NET1998] NETO, Augusto. FILHO, João Ferreira de Santanna. **Equipamentos de Interconexão de Redes**. Endereço Eletrônico: [http://www.inf.ufsc.br/~jefepist-ine6401-joao\\_e\\_augusto-equipamentos.html](http://www.inf.ufsc.br/~jefepist-ine6401-joao_e_augusto-equipamentos.html). Data da última consulta: 12/09/2000.
- [NET1993] NETO, Vicente Soares. **Comunicação de dados – Conceitos Fundamentais**. 10 ed. São Paulo. Erica. 1993. 168p.
- [INF2000] INFOACTIVE – **Automação Industrial**. Endereço eletrônico: <http://www.infoactive.com.br/miny.htm>. Data da última consulta: 10/11/2000.
- [ISH2000] ISHIKEEV, Victor. **TvicHW32.DLL**. Endereço Eletrônico: <http://www.entechtaiwan.com/tools.htm>. Data da última consulta: 20/11/2000.
- [KIM2000] KIMOURA, André. **Modulação Digital**. Endereço eletrônico: [http://www.dee.bauru.unesp.br/~pss/1260/Grupo\\_3/Capitulo\\_4/Capitulo\\_4.html](http://www.dee.bauru.unesp.br/~pss/1260/Grupo_3/Capitulo_4/Capitulo_4.html). Data da última consulta: 10/11/2000.
- [KIT2000] KITS, Electronics Wonder. **Transponders** Endereço Eletrônico: <http://www.olimex.com/kits/sc105.html>. Data da última consulta: 15/11/2000.
- [PED1993] PEDRON, Edson José. **Projeto de um sistema de frota de veículos**. Blumenau, 1993. Relatório de Estágio supervisionado (Bacharelado em

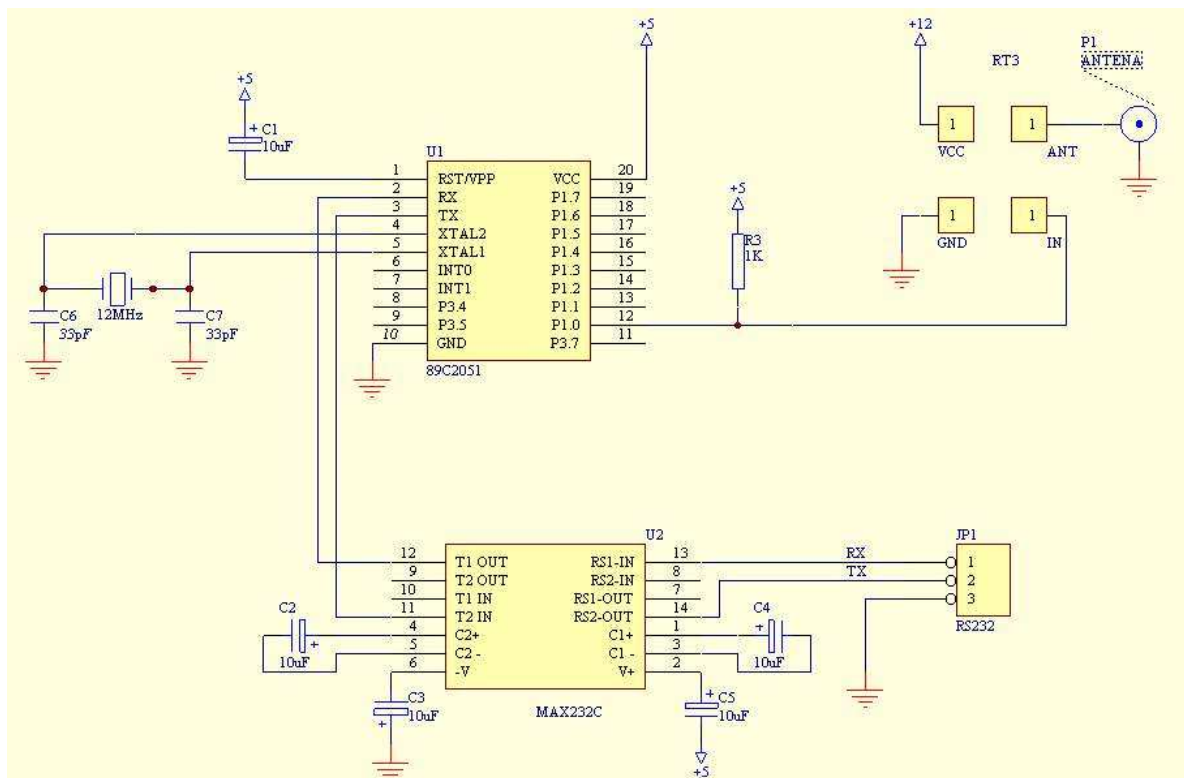


Ciências da Computação) Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

- [PEL2000] PELISSON, Luiz Augusto. **Modulação**. Endereço eletrônico: <http://dainf.cefetpr.br/~pelisson/com03a.htm>. Data da última consulta: 15/11/2000.
- [SAN2000] SANKA, Jedi. **Eletrônica**. Endereço Eletrônico: <http://www.li.facens.br/~f98335/frame.html>. Data da última consulta: 15/10/2000.
- [SIL1991] SILVEIRA, Jorge Luis da. **Comunicação de Dados e Sistemas de teleprocessamento**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, Makron Books, 1991.199 p.
- [STR1996] STRINGARI, Sérgio, Claudio Loesch, Malcon Tafner. **COMUNICAÇÃO DE DADOS UTILIZANDO A LINGUAGEM C**. Blumenau: Furb. 1996. 90 p.
- [TEL2000] TELECONTROLLI. **Products**. Endereço eletrônico: <http://www.telecontrolli.com/telecontrolli/comune/pdf/rr3.pdf>. Data da última consulta: 04/10/2000.
- [UCS2000] UCS, Universidade de Caxias do Sul. **Teleprocessamento**. Endereço Eletrônico: [http://www.ucs.br/tp/codigos\\_det\\_corr.html](http://www.ucs.br/tp/codigos_det_corr.html). Data da última consulta: 19/11/2000.
- [VAL1999] VALGAS, Jairo Anderson de. **Protótipo de um sistema para transmissão de dados em um ambiente Wireless utilizando a rádio frequência**. Blumenau, 1999. Monografia (Bacharelado em Ciências da Computação) Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau.

## **ANEXO 1:**

**CIRCUITO TRANSMISSOR UTILIZADO NAS PLACAS DE COMUNICAÇÃO  
VIA RÁDIO FREQUÊNCIA:**



**EXEMPLOS DE FICHAS UTILIZADAS NO  
REGISTRO MANUAL DO CONTROLE DE  
VEÍCULOS**

**ANEXO 2: ORDEM DE SAÍDA DE CARRO**

**ANEXO 3: FICHA UTILIZADA NO CONTROLE DOS VEÍCULOS**

**ANEXO 4: FLUXOGRAMAS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DO  
PROTÓTIPO**