

**Antonio Galvão de Rezende Filho**

**Implementação de um módulo didático de sistemas digitais remoto**

Monografia de conclusão de curso de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciência da Computação, para obtenção do título de bacharel.

Orientador  
Prof. Luciano Mendes dos Santos

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003



**Antonio Galvão de Rezende Filho**

**Implementação de um módulo didático de sistemas digitais remoto**

Monografia de conclusão de curso graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciência da Computação, para obtenção do título de bacharel.

Aprovada em 12 de dezembro de 2003.

---

Prof. André Luiz Zambalde

---

Prof. Luciano Mendes dos Santos

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003



Aos meus pais e meus irmãos por terem confiado em mim.



# **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força nessa dura caminhada.

Agradeço aos Professores do Departamento de Ciência da Computação, em especial ao Prof. Giacomini e ao Prof. André Zambalde.

Agradeço também ao Prof. e Orientador Luciano, a ajuda incondicional que me prestou, para a conclusão desse projeto.

Agradeço a todos os meus amigos de curso, que juntos vencemos mais essa caminhada de nossas vidas.

Agradeço a todos meus amigos, por terem me ajudado de uma forma ou de outra a não desistir e sempre seguir em frente.





## **Implementação de um módulo didático de sistemas digitais remoto**

Durante a última década muito ouviu-se falar em eletrônica, computadores e novas tecnologias que vem surgindo, este trabalho descreve um dispositivo que permite a transmissão de arquivos de um computador a outro, através da porta serial, usando um dispositivo infra vermelho.

Palavras chave: Porta serial, infravermelho, comunicação sem fio.

## **Implementation of didactic module of digital systems remote**

During it finishes decade very heard to speak in electronics, computers and new technologies that come appearing, this work describes a device that allows the transmission of archives of a computer to another one, through the serial door, using a infra read device.

Key Words: Serial ports, infra read, wireless.



# Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>01</b>
<b>2 Tecnologia de Comunicação .....</b>	<b>03</b>
2.1 Serial RS-232 .....	03
2.2 Funcionamento da Porta Serial .....	04
2.3 UART .....	06
2.4 Infravermelho – IRDA .....	08
2.4.1 Funcionamento do Infravermelho – IRDA.....	10
2.4.2 Aplicações do Infravermelho – IRDA .....	11
2.5 Alimentação do Circuito .....	11
<b>3 Dispositivo de Comunicação.....</b>	<b>12</b>
3.1 Software .....	12
3.2 Hardware .....	13
<b>4 Resultados e Discussões .....</b>	<b>14</b>
4.1 Software.....	14
4.1.1 Receptor .....	15
4.1.2 Transmissor .....	16
4.2 Hardware.....	19
4.2.1 Circuito TX – Transmissor .....	19
4.2.2 Circuito RX – Receptor .....	19
<b>5 Considerações Finais .....</b>	<b>22</b>
5.1 Alcance dos Objetivos .....	22
5.2 Propostas para Trabalhos Futuros .....	23
<b>6 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>24</b>



# Lista de Figuras

Figura 2.1 Conector DB9M – Geralmente usado na porta serial .....	03
Figura 2.2 Transmissão na porta serial .....	05
Figura 2.3 DB9 – Numeração dos pinos .....	05
Figura 2.4 UART .....	06
Figura 2.5 Bits paralelo para bits serial .....	07
Figura 4.1 Receptor .....	14
Figura 4.2 Salvar .....	15
Figura 4.3 Transmissor .....	17
Figura 4.4 Abrir .....	18
Figura 4.5 Esquema de transmissão e recepção .....	18
Figura 4.6 Circuito TX .....	19
Figura 4.7 Circuito RX .....	20
Figura 4.8 Transmissor e receptor .....	20
Figura 4.9 Transmissor .....	21
Figura 4.10 Receptor .....	21



# 1. Introdução

A primeira rede a combinar comutação de pacotes e comunicação de rádio foi desenvolvida no Havaí, EUA, em 1971, para interligar sete *campi* distribuídos por quatro ilhas com o computador central da ilha de Oahu. Ironicamente, nasceu desta experiência a tecnologia amplamente utilizada em redes locais fixas: a Ethernet. Limitações de largura de banda e da tecnologia de transmissão não permitiram que o projeto resultasse na utilização em massa de redes sem fio. Contudo, dois fenômenos consolidados ao longo da última década, miniaturização e comunicações pessoais sem fio, devolveram a redes locais sem fio.

Desde 1984, a porta RS-232C (porta serial) vem sendo utilizada como padrão em microcomputadores pessoais tipo IBM-PC, e esse foi o único padrão para comunicação serial em PCs até os nossos tempos. A interface IrDA forneceu ao RS-232C um novo meio para transmissão de sinais via ar (*wireless*) no lugar dos tradicionais cabos. As primeiras redes locais sem fio de rádio-frequência implementaram ou transmissão *spread spectrum* ou transmissão infravermelha difusa. Este canal de comunicação caracteriza-se por não utilizar fios para conectar diferentes dispositivos, sendo classificado como “Wireless”, é padronizado pela IrDA (Infrared Data Association). Utiliza uma porta serial comum, com taxas de transferência que vão até no máximo de 14KB/s.

A expansão recente do conhecimento humano, através de novas descobertas e de novas tecnologias, tem ocorrido a tal velocidade e magnitude que a obsolescência das mesmas torna-se proporcional à velocidade de ocorrência, e principalmente na área de eletrônica e comunicação de dados, foram estas umas das principais motivações para desenvolver o presente trabalho.

As redes atualmente adquiriam uma importância tão grande para as empresas quanto os serviços de água, luz e telefonia. As redes se tornaram imprescindíveis para o funcionamento das empresas, elas devem ficar 24 horas em funcionamento, e o sistema de comunicação baseado em luz infravermelho, foi um dos primeiros sistemas de transmissão de dados sem fio desenvolvido.

Este trabalho se divide em duas partes o desenvolvimento do software e o desenvolvimento do hardware, esse ultimo sendo nosso principal objetivo.

Portanto, tem-se como objetivo fundamental deste trabalho é mostrar didaticamente o funcionamento de um dispositivo simples mais de suma importância para as altas tecnologia que dominam o mercado de comunicação sem fio. Com baixo custo de desenvolvimento, é possível desenvolver dispositivos com altas tecnologias.



## 2. Tecnologia de Comunicação

Este capítulo apresenta uma visão geral sobre o mundo dos meios de comunicação. A primeira seção explica o que são dispositivos de acesso externo, principalmente as portas seriais RS-232, já nas duas próximas seções é explicado o funcionamento dessas mesmas portas, e por fim falaremos dos dispositivos sem fio, principalmente os dispositivos infra vermelhos, que é a tecnologia usada neste trabalho.

### 2.1 Serial – RS-232

A porta serial é utilizada principalmente para comunicação de dados. Pode ser utilizada também para acessar/controlar dispositivos conectados ao PC.



**Figura 2.1:** Conector DB9M – Geralmente usado em portas seriais

Duas vantagens importantes são a padronização existente na porta serial, e a possibilidade de uso de cabos mais longos do que na paralela.

Com relação a comunicação de dados, a porta serial sempre foi o meio preferido desde a introdução dos primeiros PCs. No passado havia apenas uma

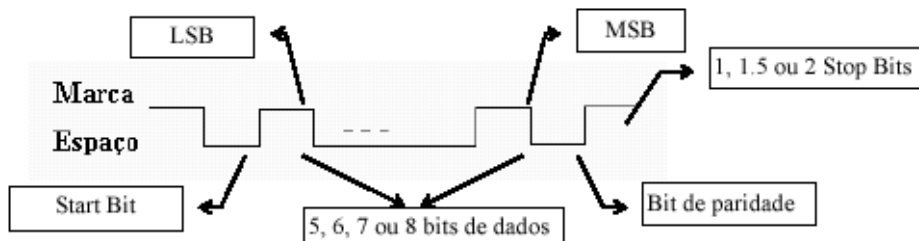
opção de porta paralela, o padrão RS-232C, que sempre foi um gargalo com relação a velocidade de transmissão de dados. Os PCs sempre processaram dados milhares de vezes mais rapidamente do que o padrão RS-232C pode gerenciar. Mas possui algumas desvantagens em relação a porta paralela. As duas grandes desvantagens são a necessidade de uma maior inteligência no dispositivo a ser acessado, de forma a “falar” a mesma língua (protocolo) do PC e a existência de apenas dois fios para trafegar os dados, um para o envio e outro para a recepção. Novas tecnologias e padrões para comunicação serial resolvem um pouco esse problema.

Desde 1984, a porta RS-232C vem sendo utilizada como padrão em microcomputadores pessoais tipo IBM-PC, e esse foi o único padrão para comunicação serial em PCs ate bem recentemente. A interface IrDA forneceu ao RS-232C um novo meio para transmissão de sinais via ar (*wireless*) no lugar dos tradicionais cabos.

## **2.2 Funcionamento da Porta Serial**

A porta serial transmite bits individuais um após o outro, sobre uma conexão simples (2 fios basicamente). Dentro do micro os dados estão em paralelos, estes são convertidos em serial (pela UART, que será visto na próxima seção) e mandados para fora do micro um após o outro. No outro lado, na recepção, os dados são convertidos de serial para paralelo (pela UART).

Neste tipo de padrão usamos a transmissão padrão (assíncrona) mostrada na figura 2.2.

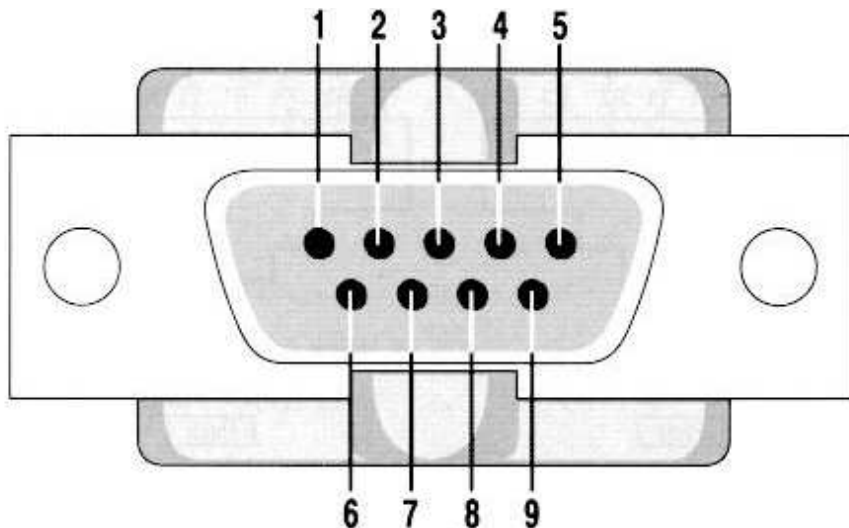


**Figura 2.2:** Transmissão na porta serial

Pino 2 – RXD (Received Data / Recepção de dados): É por esse pino que o computador recebe os dados do periférico, e portanto ele deve ser ligado a saída TXD do periférico.

Pino 3 – TXD (Transmitted Data / Transmissão de dados): Por esse pino é feita a transmissão de dados do computador para o periférico. Desta maneira, no caso de ligação direta (micro, impressora, etc), esse pino deve ser ligado ao sinal do RXD do periférico.

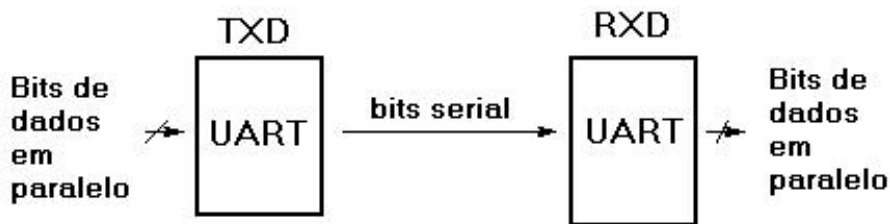
Pino 5 – GND (Signal Ground): Sinal de terra da transmissão.



**Figura 2.3:** DB9 – Numeração dos Pinos

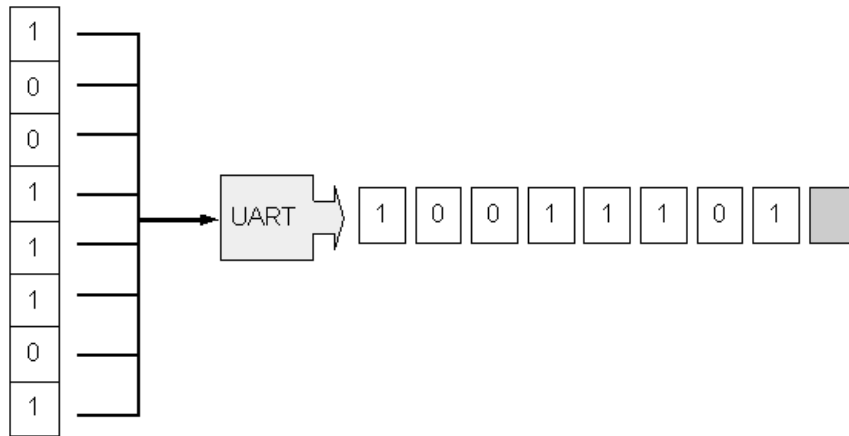
## 2.3 UART

UART (Transmissor e Receptor Assíncrono Universal ou Universal Asynchronous Receiver Transmitter) são chips (microcontroladores) localizados na placa serial do PC (caso se utilize uma) ou na placa mãe. A função da UART pode ser executada também por chips que executam outras funções. O propósito da UART é converter dados para bits, enviá-los pela linha serial e reconstruir os dados novamente na outra extremidade da linha. UARTs lidam com dados divididos em pedaços de bytes, os quais são convenientemente o tamanho dos caracteres ASCII.



**Figura 2.4:** UART

O funcionamento de uma UART é o seguinte, ao se digitar um caractere, o terminal envia o caractere ao transmissor (também um UART). O transmissor envia o byte em uma linha serial, um bit de cada vez, em uma velocidade específica. Na ponta do PC, a UART receptora recebe todos os bits, recompondo o byte e o disponibiliza em um buffer.



**Figura 2.5:** Bits paralelo para bits serial

Há dois tipos diferentes de UARTs. As chamadas UARTs burras - 8250 e 16450, e UARTs FIFO - 16550A. A UART por si só não faz absolutamente nada com os dados, ela simplesmente os envia ou os recebe. Para UARTs originais, a CPU obtém uma interrupção a partir do dispositivo serial toda vez que um byte é enviado ou recebido. A CPU então move o byte recebido para fora do buffer da UART para algum lugar na memória ou fornece outro byte a UART para ser enviado. As UARTs 8250 e 16450 têm somente um byte de buffer, o que significa que cada vez que 1 byte é recebido ou enviado, a CPU será interrompida. Em baixas velocidades, isso funciona bem, porém em taxas maiores a CPU se torna tão ocupada lidando com a UART que não lhe resta muito tempo para lidar com outras tarefas. Em alguns casos, a CPU não consegue atender o serviço de interrupções adequadamente, fazendo com que o byte recebido anteriormente seja sobrescrito, uma vez que eles estejam chegando em uma velocidade maior da que eles possam ser tratados.

É nesse momento que a UART 16550A se torna muito útil. Estes chips vêm com FIFOs de 16 bytes, o que significa que eles podem receber ou transmitir até 14 bytes antes de interromper a CPU. Não somente podem esperar, assim como podem transferir os 14 bytes de uma só vez. Apesar da interrupção

não estar sempre configurada para receber todos os 14 bytes em uma única transferência, esta vantagem ainda é significativa sobre outros tipos de UART, os quais têm somente um 1 byte de buffer. A CPU recebe menos interrupções e é livre para outras coisas. Dados não são perdidos e tudo funciona perfeitamente.

Em geral, UARTs 8250 e 16450 devem ser adequadas para velocidades de até 38.400 bps. Para velocidades maiores, possivelmente se tenha perda de dados. Outros sistemas operacionais de PC como DOS não são multitarefas, podendo então lidarem de maneira mais otimizada com UARTs mais antigas.

Placas multiseriais inteligentes e equipamentos que não usem UARTs utilizam chips DSP para disponibilizarem buffers e controle que liberam ainda mais a CPU. Por exemplo as placas Cyclades Cyclom e Stallion EasyIO usam uma UART RISC Cirrus Logic CD1400, e muitas placas usam CPUs 80186 CPUs ou ainda CPUs RISC especiais para lidar com E/S serial.

Tenha em mente que UARTs do tipo burras não são ruins, elas simplesmente não conseguem lidar com velocidades de transmissão maiores. Não se deve ter nenhum problema em se conectar um mouse ou um terminal a essas UARTs. Porém para modems de alta velocidade uma UART 16550A é uma necessidade.

## **2.4 Infravermelho – IRDA**

Este canal de comunicação caracteriza-se por não utilizar fios para conectar diferentes dispositivos, sendo classificado como “Wireless”, ou seja, sem fio é padronizado pela IrDA (Infrared Data Association). Utiliza uma porta serial comum, com taxas de transferência que vão até no máximo de 14KB/s. É possível elevar este valor utilizando extensões otimizadas às controladoras UART padrão existentes na placas-mãe. Neste caso a taxa máxima de transferência pode chegar a 4Mb/s. se não são empregados fios na conexão entre dispositivos, os dados são transmitidos de forma assíncrona por meio de sinais

luminosos não visíveis pelos olhos humanos: são os raios infravermelhos, os mesmos utilizados em controles remotos de TVs, aparelhos e som, e outros.

Independentemente da faixa de velocidades implementada em um sistema, os dispositivos IrDA primeiro estabelecem a comunicação na velocidade obrigatória de 9.600 bps. Assim que os dois dispositivos estabelecem a velocidade a ser utilizada na comunicação, ambos chaveiam para esse modo e realizam a comunicação na velocidade acordada. A célula infravermelha de um transmissor envia os dados em pulsos. De forma diferente dos sinais (bits) trafegando no interior de um computador pessoal, que normalmente permanecem constantes durante um pulso de clock, os pulsos IrDA duram apenas uma fração do pulso de clock. O espaçamento relativamente grande entre pulsos torna mais fácil para o receptor óptico distinguir esses pulsos.

Em velocidades de até 115.200 bps, cada pulso infravermelho precisa durar pelo menos 1,41 microsegundos. Cada pulso IrDA dura apenas 3/16 do comprimento de um bit com uma tolerância de 10% para mais. Por exemplo, cada bit de um sinal de 9.600 bps dura 104,2 microsegundos (um segundo dividido por 9600). Um pulso IrDA típico, nessa velocidade de 9.600 bps, dura 3/16 desse tempo, ou seja, 19,53 microsegundos. O sistema IrDA não trabalha com dados a nível de bits. Os dados transmitidos são trabalhados a nível de pacotes (o nome utilizado no padrão IrDA e frames).

Um frame IrDA pode possuir de 5 a 2050 bytes ou mais. Assim como em outros sistemas baseados em pacotes, um frame IrDA possui informação de endereço, dados, e correção de erros (aplicada a nível de frame). O formato do frame esta bem definido do padrão IrDA.

O objetivo inicial era a definição de um padrão para conectar notebooks a desktops sem a necessidade de cabos. Rapidamente o padrão passou a ser utilizado por diversos fabricantes para a conexão de notebooks a periféricos tais como impressoras, mice, teclados e modems (em telefones celulares, por exemplo).

Comparando com a tecnologia de rádio, também utilizada para conexão *wireless*, infravermelho necessita menos espaço pois utiliza apenas um LED no lugar de uma antena (que também possui um preço bem mais elevado). Projetos com infravermelho não causam interferências em rádios, televisões, marca-passos, etc.

Uma desvantagem seria a faixa de infravermelho que é mais limitada que a do rádio, por exemplo, e restrita a apenas um ângulo reto visual entre os dois dispositivos. A separação máxima entre dispositivos precisa ser em torno de 1 metro, com algumas implementações podendo chegar a 2 metros de distância. Essa restrição pode se tornar uma vantagem em projetos onde segurança e privacidade dos dados são características importantes.

#### **2.4.1 Funcionamento do Infravermelho - IRDA**

A luz infravermelha é basicamente radiação eletromagnética invisível, pois possui um comprimento de onda mais longo que o da luz visível. A visão humana consegue ver luz com comprimento de onda entre 400 angstroms (violeta intenso) e 700 angstroms (vermelho escuro). Radiação infravermelho vai de 700 angstroms até 1000 angstroms ou mais. O padrão IrDA define que o sinal infravermelho utilizado em computadores pessoais possui um comprimento de onda entre 850 e 900 angstroms. O sistema IrDA também concentra esse sinal em um feixe infravermelho cônico com dispersão de no máximo 30 graus.

Para o controle de dispositivos utilizando a interface IrDA, é preciso que ambos os lados possuam os diodos laser para emissão e recepção dos sinais infravermelho, o circuito necessário para converter os sinais para bits, e a implementação do protocolo para realizar a construção/identificação dos pacotes IrDA.



A comunicação pelo IrDA pode ser full duplex ou half duplex. Full duplex permite o envio e recebimento de dados simultaneamente, enquanto o modo half duplex permite apenas o envio ou recebimento em troca de informações.

### **2.4.2 Aplicações do Infra Vermelho - IRDA**

O sinal infravermelho tem um ângulo específico de trabalho. Nos dispositivos mais antigos este ângulo era de aproximadamente  $30^\circ$ , mas este ângulo tem aumentado para até  $130^\circ$ . A distância máxima pode variar em função do dispositivo, atualmente existem redes wireless com hub infravermelho, mas pode-se generalizar dizendo que a distância máxima para emissão ou recepção do sinal está em torno de 3,0 m.

Existem mouses, teclados scanners, impressoras, relógios, videogames, calculadoras e redes, entre outros dispositivos que podem transmitir dados via infravermelho.

## **2.5 Alimentação do Circuito**

O dispositivo que foi projetado, funciona em uma tensão nominal de +5 V, por esta razão usamos a porta USB do micro para fazer esta alimentação, mas foi feito por questão de comodidade, mas isso não impede de usar outra forma de alimentação, inclusive uma fonte externa.

O barramento físico é composto de um cabo com quatro fios: VBus, D+, D- e GND. O fio VBus é o meio de fornecimento de alimentação para os dispositivos que necessitarem dela.

## **3. Dispositivo de Comunicação**

Neste capítulo será apresentado como foi construído este dispositivo de comunicação, que em síntese é um dispositivo de comunicação serial entre dois computadores, usando alguma tecnologia sem fio, nesse caso foi usada a tecnologia de infravermelho.

Na primeira parte do trabalho foram feitas as pesquisas bibliográficas teóricas, sobre o projeto, e também a pesquisa de projetos voltados para o mesmo objetivo, foram encontrados diversos com fins comerciais e quase nenhum para fins didáticos, que é nosso principal objetivo.

A Segunda parte, consiste na elaboração do projeto em si, esta segunda parte divide em duas etapas: software e o hardware;

### **3.1 Software**

A idéia inicial era o desenvolvimento de um software de monitoramento remoto, que tivesse o objetivo de coletar dados remotamente, através de uma estação e posteriormente processá-los em um servidor central.

O software foi desenvolvido somente para dar suporte ao hardware, e o projeto ficou simples mais eficiente, que é o que o usuário final deseja, mas sempre deixando as opções de retornar e cancelar uma ação. O software se divide em dois programas: o receptor e o transmissor. Transmissor o usuário define as propriedades da porta serial escolhida e depois escolhe o arquivo a ser transmitido. No receptor o usuário simplesmente pede o recebimento do arquivo e escolhe um nome para o arquivo. Os dois programas citados acima vão ser detalhadamente explicados no próximo capítulo. O software foi totalmente desenvolvido para a plataforma Windows, mas especificadamente em Visual Basic, por ser uma linguagem que oferece um bom suporte, ao hardware

desenvolvido, existe nessa linguagem uma biblioteca pronta, feita exclusivamente para acesso a porta serial, mas a migração do projeto em si para outra plataforma, é extremamente simples, mudanças só terão de ocorrer no software, pois o hardware independe da plataforma utilizada.

## **3.2 Hardware**

O hardware desenvolvido foi um dispositivo de transferencia de dados infravermelho, que funciona da seguinte forma. Existe um dispositivo transmissor de raios infravermelhos, que conectado diretamente a porta serial do micro, transmite dados a um segundo dispositivo receptor, conectado a porta serial de um outro micro. Foram desenvolvidos dois circuitos, que serão explicados detalhadamente no próximo capítulo.

# Capitulo 4

## Resultados e Discussões

### 4.1 Software

O software deste projeto foi desenvolvido em Visual Basic, a idéia principal do trabalho era o desenvolvimento do hardware. O software foi desenvolvido somente com o intuito de dar suporte ao funcionamento do hardware e por isto não foi desenvolvido nenhum algoritmo de controle ou algum outro algoritmo especial, e foram feitos dois softwares distintos, um emissor e um receptor.

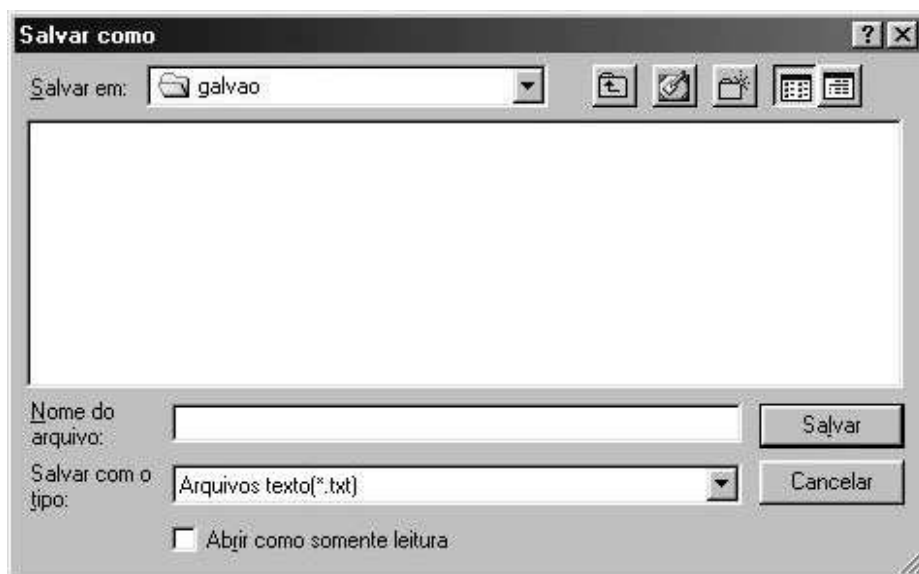


**Figura 4.1:** Receptor

Fonte: Software desenvolvido pelo autor

### 4.1.1 Receptor

O usuário executa o programa, primeiramente faz a escolha da porta serial que será usada para receber o arquivo e clicando no botão receber arquivo, com isso abre uma janela, onde o usuário digita o nome do arquivo a ser salvo, e em seguida clica no botão salvar e aguarda o arquivo ser enviado pelo transmissor.



**Figura 4.2:** Salvar

Fonte: Software desenvolvido pelo autor

No momento em que começar a recepção uma luz indicativa, que estava vermelha ficara verde, indicando que o arquivo esta sendo recebido, no momento que essa mesma luz se tornar azul, é sinal que o arquivo foi totalmente recebido. Existe também uma caixa de dialogo que tem a função de informar ao usuário o que está acontecendo com a recepção do arquivo, nessa caixa de dialogo aparecem mensagens escritas durante o inicio, termino, ou se acontecer algum erro durante a recepção dos dados. As funções e as rotinas desenvolvidas na recepção dos arquivos, funciona da seguinte forma, no momento que o usuário digita o nome do arquivo a ser salvo, o programa começa a monitorar a

porta serial escolhida anteriormente, quando é notada a entrada de algum byte, nessa porta eles vão sendo armazenados em uma variável, e assim até se esgotar um tempo pré determinado de recebimento deste arquivo, que por final é armazenado no arquivo e o monitoramento da porta é encerrado.

#### **4.1.2 Transmissor**

O usuário faz a escolha da porta serial desejada, e define suas propriedades que são as seguintes:

Baud Rate – A velocidade máxima da porta COM;

O termo *baud rate* é utilizado como medida de velocidade de transmissão de informação entre computadores;

Paridade – É usada na validação de dados

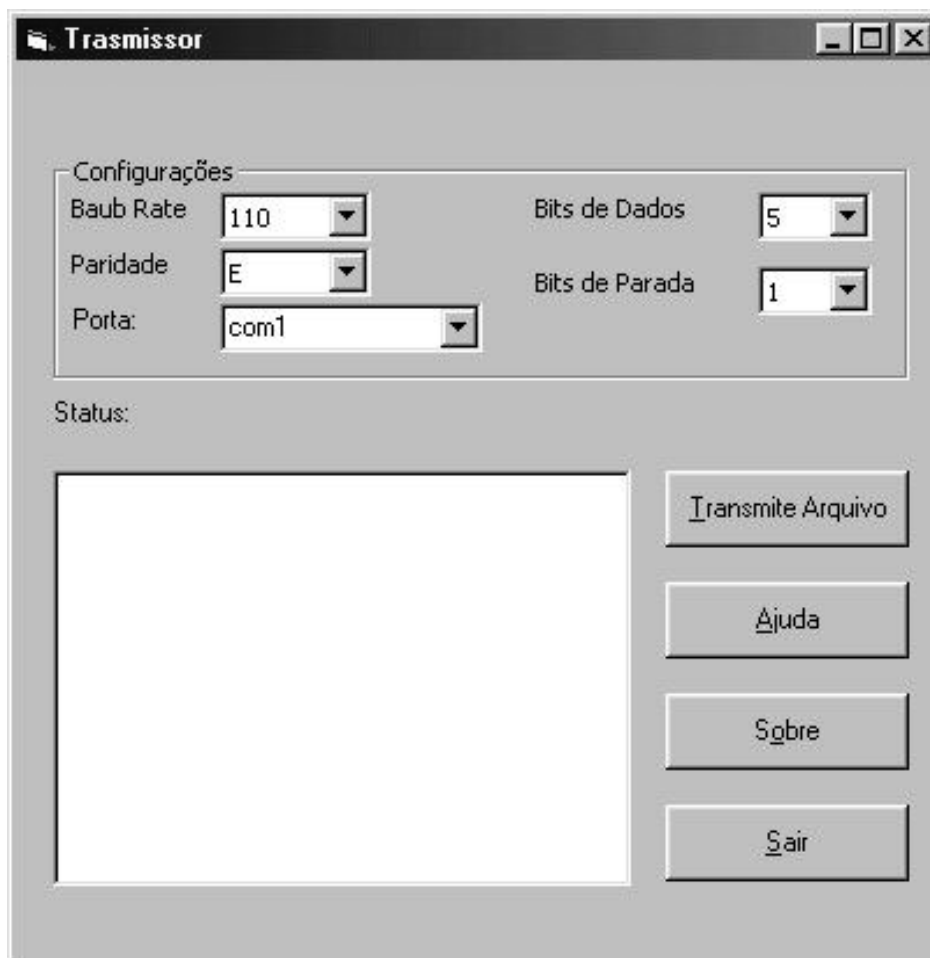
A Paridade é um método capaz de identificar alterações nos dados transmitidos sem condições porém de fazer qualquer tipo de correção. A paridade consiste na adição de mais um bit para cada byte transmitido, que passa a ter 9 bits, tendo o último a função de diagnosticar erros nos dados.

Data Bits – Define o número de bits que representa um pacote de dados;

Stop Bit – Indica quando um pacote de dados foi recebido;

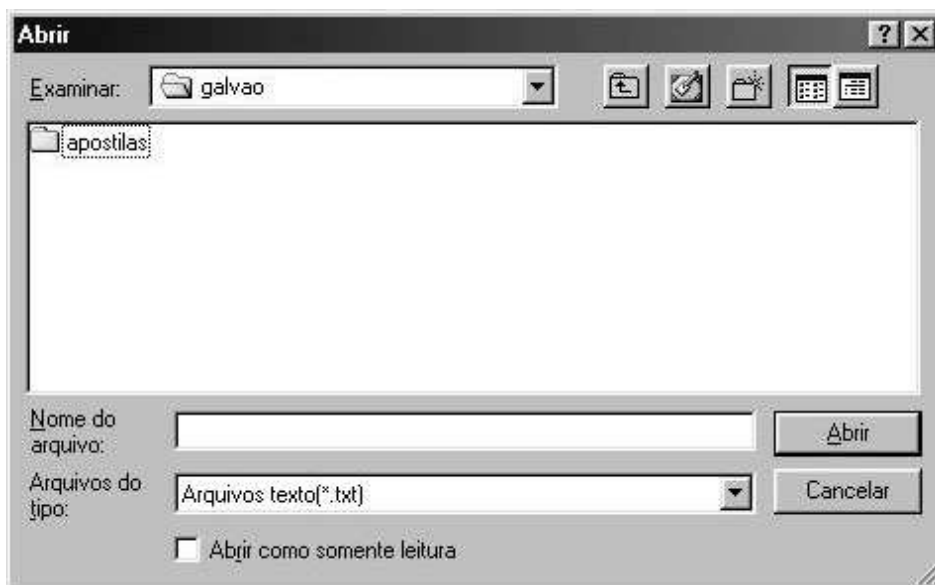
Logo após ter definido todas as propriedades da porta deve-se então escolher o arquivo a ser enviado, clicando no botão “Enviar Arquivo”, abre-se uma janela, onde o usuário deve escolher o arquivo e clicar em abrir, assim foi desenvolvida um rotina que seta todas as propriedades definidas anteriormente, para a porta serial escolhida, e assim o arquivo escolhido é aberto e seus bytes começam a serem colocados no buffer de saída da porta serial, e como o receptor já esta realizando um monitoramento desse mesmo dispositivo, esses bytes começam a ser lidos pelo receptor, assim sucessivamente até o arquivo ser

totalmente enviado, este tempo varia de acordo com a velocidade escolhida e tamanho do arquivo escolhido.



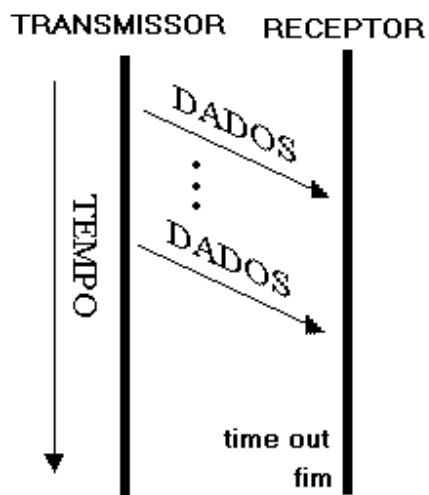
**Figura 4.3:** Transmissor

Fonte: Software desenvolvido pelo autor



**Figura 4.4:** Abrir

Fonte: Software desenvolvido pelo autor



**Figura 4.5:** Esquema de transmissão e recepção

Fonte: Software desenvolvido pelo autor



## 4.2 Hardware

Tanto o circuito TX, quanto o circuito RX foram feitos de um projeto simples, sem o uso de capacitores a fim de filtrar qualquer ruído ou trabalhar em uma faixa de frequências específica.

### 4.2.1 Circuito TX - Transmissor

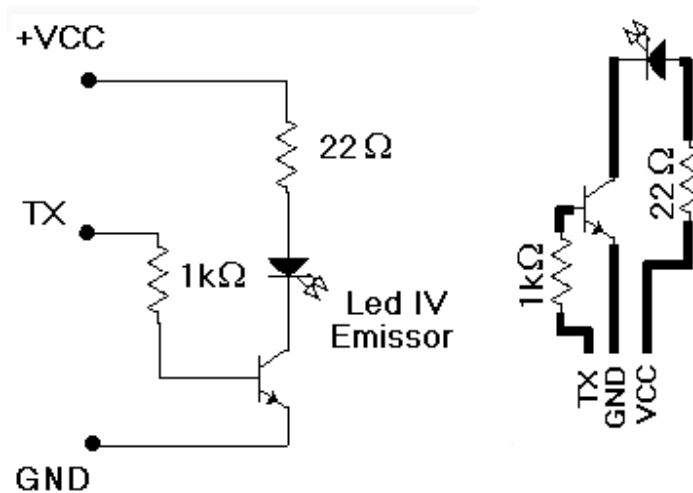


Figura 4.6: Circuito TX

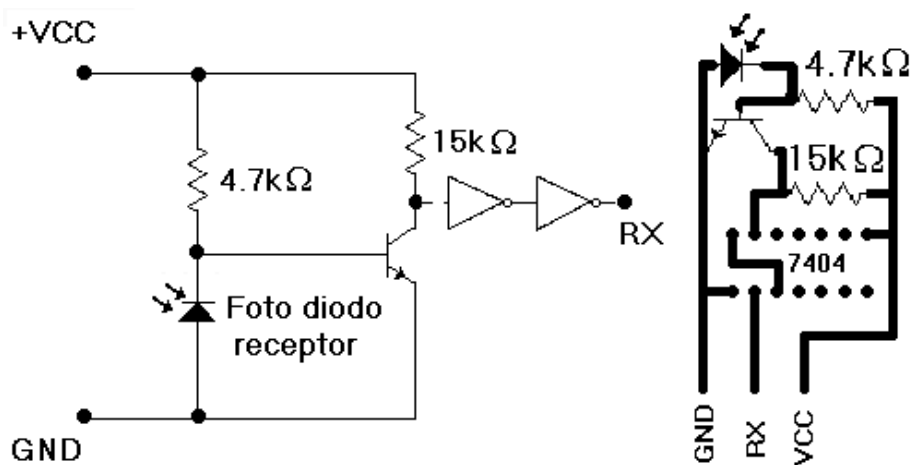
Fonte: Hardware desenvolvido pelo autor

Neste circuito acima o transistor funciona como uma chave, quando existe um sinal (tensão) de entrada no TX, isto excita a base polarizando o transistor, fazendo que ele conduza entre emissor e coletor, conseqüentemente fazendo acionar o Led emissor de infravermelho.

### 4.2.2 Circuito RX – Receptor

Neste circuito, o Foto diodo (Led) receptor de infravermelho polarizado no sentido inverso varia com a luz que nele incide, permitira a condução de uma pequena corrente quando receber um sinal infravermelho, com isso não existe

corrente entre o emissor e o coletor do transistor, que conseqüentemente ficará desligado, fazendo aparecer um nível de tensão alto na entrada da porta lógica, e este encadeamento de duas portas 'not', na saída é simplesmente para melhorar a forma de onda para que ele possa trabalhar como bit de saída no RX.



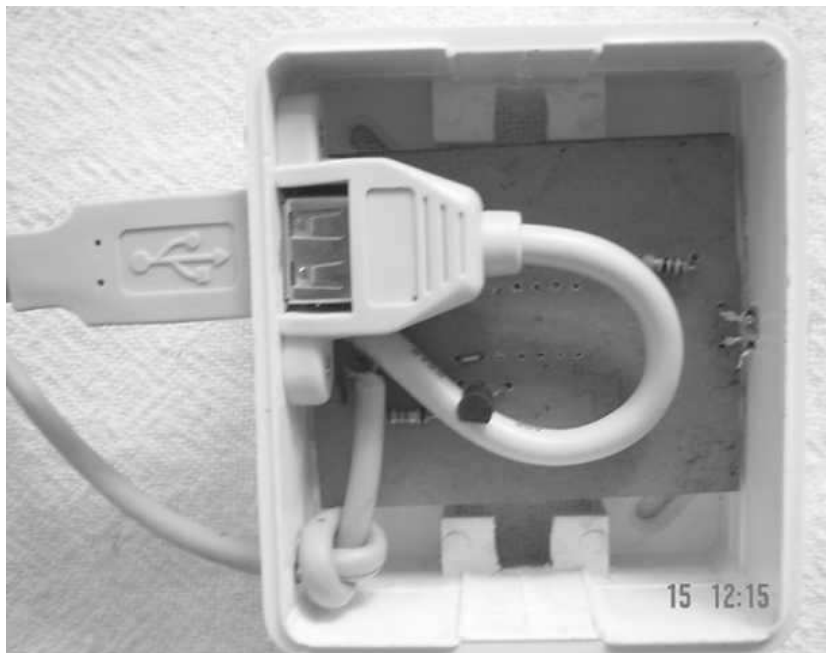
**Figura 4.7:** Circuito RX

Fonte: Hardware desenvolvido pelo autor



**Figura 4.8:** Transmissor e Receptor

Fonte: Hardware desenvolvido pelo autor



**Figura 4.9:** Transmissor

Fonte: Hardware desenvolvido pelo autor



**Figura 4.10:** Receptor

Fonte: Hardware desenvolvido pelo autor

## **5. Considerações Finais**

### **5.1 Alcance dos Objetivos**

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram encontradas várias dificuldades, dentre elas podemos destacar, a grande interferência que os dispositivos infravermelhos recebem, principalmente vindo da luz solar, todos os testes foram feitos em locais de pouca luz, mas mesmo assim não consegui fazer a transferência de dados para distâncias maiores, essa distância foi de no máximo 30 cm, com isso não se pode comprovar a eficácia total do dispositivo, mas levando em consideração os estudos já realizados a este respeito pode concluir que essa transferência a distâncias maiores é possível, podendo chegar até aos 3 m.

Conclui-se também que os dispositivos sem fio de uma forma geral, seja de infravermelho ou via rádio frequência, estão ainda em plena fase de desenvolvimento, mas os avanços nesta área são grandes e os custos de se ter um dispositivo sem fio está cada dia mais acessível, ao usuário final, mas dentro do propósito deste trabalho todos os objetivos foram alcançados.

E dentro do propósito principal, que era desenvolver um módulo didático, que fosse alvo de estudos futuros, esses objetivos foram superados.

## **5.2 Propostas para Trabalhos Futuros**

Um das principais propostas que se pode desenvolver a partir deste projeto, é fazer uma modificação no seu software e transformá-lo em um dispositivo unicamente USB, este projeto foi desenvolvido para a porta serial e alimentado pela porta USB, com essa mudança proposta o circuito poderia ser alimentado e os dados trafegarem pela mesma porta, e esta é mudança simples, na parte de hardware é praticamente nula, só é mais acentuada no software.

Outra proposta interessante é o desenvolvimento do mesmo dispositivo, só que desenvolve-lo bidirecional, os dois dispositivos seriam receptor e transmissor ao mesmo tempo, com isso poderia se manter um controle dos dados enviados e recebidos, inclusive melhorando o circuito com a colocação de capacitores e filtros afim de trabalhar em alguma faixa de frequência específica e podendo assim desenvolver um software mais completo, simulando assim neste dispositivo um dispositivo Ethernet, tendo assim uma rede sem fio, com baixo custo.

# Capítulo 6

## Referências Bibliográficas

BIGNELL, J.W., DONOVAN, R.L. *Eletrônica Digital*. São Paulo: Editora Makron Books, vol. 1 e 2, 1995.

BOYLESTAD, R., NASHELSKY, L. *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*. Prentice/Hall do Brasil, 5ª ed., 1997.

GASPARINI, A.F.L.. *TCP/IP: Solução para Conectividade*. São Paulo: Erica, 1996. 3. ed. 310 p.

MALVINO, A.P. *Microcomputadores e Microprocessadores*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985, 578p

PRANGE, C. R., ROCHOL, J. *Redes locais sem fio e o padrão IEEE 802.11: Uma análise crítica*. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHMIDT, R., ROCHA, F. *Sistema de transmissão de dados utilizando interface RS-232C*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil.

TANENBAUM, A.S. *Computer networks*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996. 3. ed. 813 p.

VIEIRA, M. A. M. *Plataforma computacional para rede sensores sem fio*, VII Semana de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2003 – Universidade Federal de Minas Gerais

ZAMBALDE, A. L. *Sistema computadorizado para aquisição e análise de dados agrometeorológicos*. Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Itajubá MG. (Tese de mestrado). 1991.144p.

ZUCHI, W. L. *Transmissão de dados em redes de computadores*. Rio de Janeiro - São Paulo: LTC Editora S.A., 1986.150p (Engenharia da Computação).

## RESUMO EXTENDIDO

Desde 1984, a porta RS-232C (porta serial) vem sendo utilizada como padrão em microcomputadores pessoais tipo IBM-PC, e esse foi o único padrão para comunicação serial em PCs até bem recentemente. A interface IrDA forneceu ao RS-232C um novo meio para transmissão de sinais via ar (*wireless*) no lugar dos tradicionais cabos. As primeiras redes locais sem fio de rádio-frequência implementaram ou transmissão *spread spectrum* ou transmissão infravermelha difusa. Este canal de comunicação caracteriza-se por não utilizar fios para conectar diferentes dispositivos, sendo classificado como “Wireless”, é padronizado pela IrDA (Infrared Data Association). Utiliza uma porta serial comum, com taxas de transferência que vão até no máximo de 14KB/s.

Este trabalho se divide em duas partes o desenvolvimento do software e o desenvolvimento do hardware, esse último sendo nosso principal objetivo. E o objetivo deste trabalho é mostrar didaticamente o funcionamento de um dispositivo simples mais de suma importância para as altas tecnologias que dominam o mercado de comunicação sem fio. Com baixo custo de desenvolvimento, é possível desenvolver dispositivos com altas tecnologias.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram encontradas várias dificuldades, dentre elas podemos destacar, a grande interferência que os dispositivos infravermelhos recebem, principalmente vindo da luz solar, todos os testes foram feitos em locais de pouca luz, mas mesmo assim não consegui fazer a transferência de dados para distâncias maiores, essa distância foi de no máximo 30 cm, com isso não se pode comprovar a eficácia total do dispositivo, mas levando em consideração os estudos já realizados a este respeito pode concluir que essa transferência a distâncias maiores é possível, podendo chegar até aos 3 m.

E dentro do propósito principal, que era desenvolver um módulo didático, que fosse alvo de estudos futuros, esses objetivos foram superados.



# Implementação de um módulo didático de sistemas digitais remoto

Antonio Galvão de Rezende Filho

BCC – Bacharelado em Ciência da Computação  
UFLA – Universidade Federal de Lavras  
Cx. Postal 37 – CEP 37.200-000 – Lavras (MG)  
galvao@comp.ufla.br

**Resumo:** durante a última década muito ouviu-se falar em eletrônica, computadores e novas tecnologias que vem surgindo, este presente artigo descreve um dispositivo que permite a transmissão de arquivos de um computador a outro, através da porta serial, usando um dispositivo infra vermelho.

**Palavras Chaves:** Porta serial, infravermelho, comunicação sem fio.

## 1 Introdução

A primeira rede a combinar comutação de pacotes e comunicação de rádio foi desenvolvida no Havaí, EUA, em 1971, para interligar sete *campi* distribuídos por quatro ilhas com o computador central da ilha de Oahu. Limitações de largura de banda e da tecnologia de transmissão não permitiram que o projeto resultasse na utilização em massa de redes sem fio. Contudo, dois fenômenos consolidados ao longo da última década, miniaturização e comunicações pessoais sem fio, devolveram a redes locais sem fio.

Desde 1984, a porta RS-232C (porta serial) vem sendo utilizada como padrão em microcomputadores pessoais tipo IBM-PC, e esse foi o único padrão para comunicação serial

em PCs até bem recentemente. A interface IrDA forneceu ao RS-232C um novo meio para transmissão de sinais via ar (*wireless*) no lugar dos tradicionais cabos.

As redes atualmente adquirem uma importância tão grande para as empresas quanto os serviços de água, luz e telefonia. As redes se tornaram imprescindíveis para o funcionamento das empresas, elas devem ficar 24 horas em funcionamento, e o sistema de comunicação baseado em luz infravermelho, foi um dos primeiros sistemas de transmissão de dados sem fio desenvolvido.

### 1.1 Serial – RS-232

A porta serial é utilizada principalmente para comunicação de dados. Pode ser utilizada

também para acessar/controlar dispositivos conectados ao PC.

Com relação a comunicação de dados, a porta serial sempre foi o meio preferido desde a introdução dos primeiros PCs. No passado havia apenas uma opção de porta paralela, o padrão RS-232C, que sempre foi um gargalo com relação a velocidade de transmissão de dados. Os PCs sempre processaram dados milhares de vezes mais rapidamente do que o padrão RS-232C pode gerenciar. Mas possui algumas desvantagens em relação a porta paralela. As duas grandes desvantagens são a necessidade de uma maior inteligência no dispositivo a ser acessado, de forma a “falar” a mesma língua (protocolo) do PC e a existência de apenas dois fios para trafegar os dados, um para o envio e outro para a recepção. Novas tecnologias e padrões para comunicação serial resolvem um pouco esse problema.

A porta serial transmite bits individuais um após o outro, sobre uma conexão simples (2 fios basicamente). Dentro do micro os dados estão em paralelos, estes são convertidos em serial (pela UART, que será visto na próxima seção) e mandados para fora do micro um após o outro. No outro lado, na recepção, os dados são convertidos de serial para paralelo (pela UART).

## 1.2 UART

UART (Transmissor e Receptor Assíncrono Universal ou Universal Asynchronous Receiver Transmitter) são chips (microcontroladores) localizados na placa serial do PC (caso se utilize uma) ou na placa mãe. A função da UART pode ser executada também por chips que executam outras funções. O propósito da UART é converter dados para bits, enviá-los pela linha serial e reconstruir os dados novamente na outra extremidade da linha. UARTs lidam com dados divididos em pedaços de bytes, os quais são convenientemente o tamanho dos caracteres ASCII.

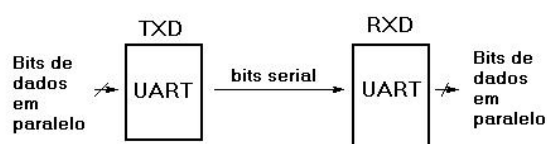


Figura 01: UART

## 1.3 Infravermelho – IRDA

Este canal de comunicação caracteriza-se por não utilizar fios para conectar diferentes dispositivos, sendo classificado como “Wireless”, ou seja, sem fio é padronizado pela IrDA (Infrared Data Association). Utiliza uma porta serial comum, com taxas de transferência que vão até no máximo de 14KB/s. É possível elevar este valor utilizando extensões otimizadas às controladoras UART padrão existentes na placas-mãe. Neste caso a taxa máxima de transferência pode chegar a 4Mb/s.

se não são empregados fios na conexão entre dispositivos, os dados são transmitidos de forma assíncrona por meio de sinais luminosos não visíveis pelos olhos humanos: são os raios infravermelhos, os mesmos utilizados em controles remotos de TVs, aparelhos e som, e outros.

## 2 Construção do Dispositivo de Comunicação

### 2.1 Software

O software se divide em dois programas: o receptor e o transmissor. O software foi totalmente desenvolvido para a plataforma Windows, mas especificadamente em Visual Basic, por ser uma linguagem que oferece um bom suporte, ao hardware desenvolvido, existe nessa linguagem uma biblioteca pronta, feita exclusivamente para acesso a porta serial. No receptor o usuário simplesmente pede o recebimento do arquivo e escolhe um nome para o arquivo. No transmissor o usuário faz a escolha da porta serial desejada, e define suas propriedades que são as seguintes:

Baud Rate – A velocidade máxima da porta COM;

Paridade – É usada na validação de dados

Data Bits – Define o número de bits que representa um pacote de dados;

Stop Bit – Indica quando um pacote de dados foi recebido;

Logo após ter definido todas as propriedades da porta deve-se então escolher o arquivo a ser enviado, clicando no botão “Enviar Arquivo”, abre-se uma janela, onde o usuário deve escolher o arquivo e clicar em abrir, assim foi desenvolvida um rotina que seta todas as propriedades definidas anteriormente, para a porta serial escolhida, e assim o arquivo escolhido é aberto e assim começa a ser transmitido para o receptor, que neste momento já aguarda os dados do transmissor.

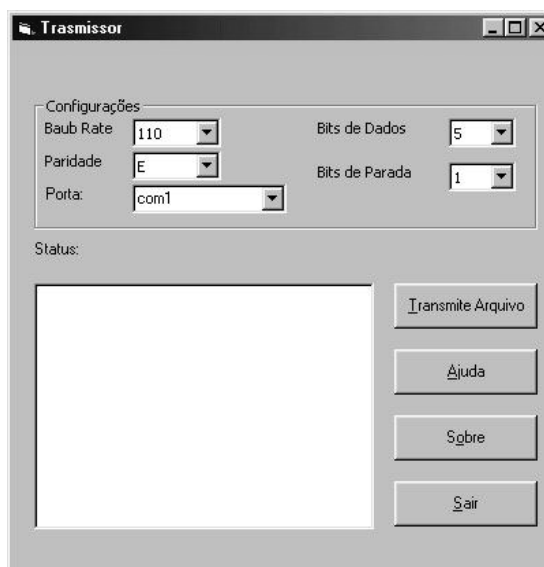


Figura 02: Transmissor

### 2.2 Hardware

**Circuito TX:** neste circuito o transistor funciona como uma chave, quando existe um sinal (tensão) de entrada no TX, isto excita a base polarizando o transistor, fazendo que ele conduza entre emissor e coletor, conseqüentemente fazendo acionar o Led emissor de infravermelho.

**Circuito RX:** neste circuito, o Foto diodo (Led) receptor de infravermelho polarizado no sentido inverso varia com a luz que nele incide, permitira a condução de uma pequena corrente quando receber um sinal infravermelho, com isso não existe corrente entre o emissor e o coletor do transistor, que consequentemente ficará desligado, fazendo aparecer um nível de tensão alto na entrada da porta lógica, e este encadeamento de duas portas 'not', na saída é simplesmente para melhorar a forma de onda para que ele possa trabalhar como bit de saída no RX.

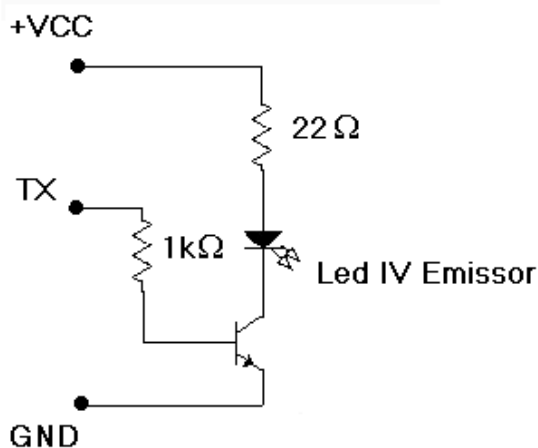


Figura 03: Circuito TX

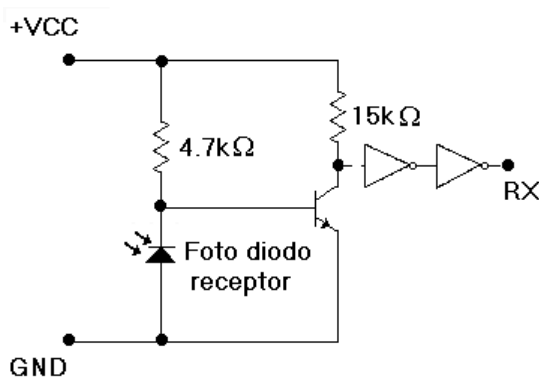


Figura 04: Circuito RX

### 3 Conclusões

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram encontradas várias dificuldades, dentre elas podemos destacar, a grande interferência que os dispositivos infravermelhos recebem, principalmente vindo da luz solar, todos os testes foram feitos em locais de pouca luz, mas mesmo assim não consegui fazer a transferencia de dados para distancias maiores, essa distancia foi de no máximo 30 cm, com isso não se pode comprovar a eficácia total do dispositivo, mas levando em consideração os estudos já realizados a este respeito pode concluir que essa transferencia a distâncias maiores é possível, podendo chegar até aos 3 m.

E dentro do propósito principal, que era desenvolver um módulo didático, que fosse alvo de estudos futuros, esses objetivos foram superados.