TRANSMISSÃO DE CÓDIGO DE BARRAS POR RÁDIO FREQUÊNCIA USANDO MICROCONTROLADORES

Alexandre S. Gonsalves, Almir O. Artero

Faculdade de Informática de Pres. Prudente – Universidade do Oeste Paulista (Unoeste). Rua José Bongiovani, 700 - CEP 19050-920 - Presidente Prudente – SP – Brazil. agonsalves@gmail.com, almir@unoeste.b

RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema leitor de código de barras sem fio, que pode substituir com vantagens o sistema com fio, usado na maior parte das aplicações. Usando um microcontrolador para fazer todo o processamento, o sistema proposto transmite as informações coletadas por um leitor com fio comum, para um computador, usando sinais de rádio frequência. Apresentando um baixo custo, o projeto proposto permite a sua utilização em diversas aplicações que necessitam coletar dados em locais de difícil acesso, ou quando é impossível levar o objeto até o leitor com fio conectado ao computador.
Palavras-chave: código de barras; microcontroladores

TRANSMISSION OF BARCODES BY RADIO FREQUENCY USING MICROCONTROLLERS

ABSTRACT

This paper presents a wireless barcode system reader, which can, advantageously, replace the wired system, used in most applications. Using a microcontroller to do all the processing, the proposed system transmits the information collected by a simple wire barcode reader with a common thread to a computer using radio frequency signals. With a low cost, the proposed project allows its use in various applications that need to collect data, mainly, in areas of difficult access, or when it is impossible to bring the object into the reader connected to the wired computer.
Keywords: Barcode, microcontrollers.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de código de barras revolucionou a área comercial, estendendo-se em pouco tempo para inúmeras outras áreas e, proporcionando a seus usuários uma grande agilidade, velocidade e praticidade. Essa tecnologia serve como uma impressão digital dos produtos cadastrados, servindo para a sua identificação. Além da grande agilidade no registro das informações, também são eliminados diversos erros de digitação (PEREIRA, 2003). Porém, por causa dos altos custos dos leitores de códigos de barras sem fios, a maioria dos estabelecimentos utilizam leitoras tradicionais (com fio), conectadas através de um cabo, usando o conector PS/2 (o mesmo usado no teclado e mouse), a um computador fixo, o que gera algumas limitações por causa da necessidade de deslocamento de produtos com diferentes tamanhos e pesos, até o terminal para leitura do código (PIRES, 2006). Estes problemas podem ser minimizados utilizando um leitor de código de barras sem fio, o que proporciona aos operadores uma grande mobilidade para se fazer a leitura dos códigos de barras no local em que se encontram os produtos. Além do alto custo de aquisição de um leitor sem fio, também a sua manutenção tem impedido a sua ampla utilização em diversos setores, apresentando custos próximo ao do próprio equipamento. Isto ocorre porque este tipo de equipamento tem sua manutenção realizada apenas nos grandes centros, consequentemente, o custo e o tempo necessário aos reparos se tornam muito grandes para usuários distantes dos grandes centros comerciais. Assim, este projeto propõe transformar um leitor de código de barras com fio tradicional e, de baixo custo e de fácil manutenção ou substituição, em um dispositivo sem fio. O sistema proposto integra um microcontrolador ao leitor com fio, de modo que o sinal obtido pelo leitor é interpretado e transmitido via sinal de rádio frequência para um outro microcontrolador, conectado ao computador (PIRES, 2006), que executa o sistema de banco de dados.

As demais seções desse trabalho estão organizadas da seguinte maneira: Na Seção 2 é apresentado o conector e o protocolo de comunicação usado entre o leitor e o computador; Na Seção 3 é introduzido o sistema de código de barras e também são apresentados os principais tipos de leitores de código de barras; Na seção 4 são apresentados os microcontroladores, em especial o PIC 16F84A, incluindo a sua programação; Na Seção 5 é apresentado o sistema de comunicação por rádio frequência; Na Seção 6 é apresentado o sistema proposto neste trabalho; Na seção 7, são apresentadas algumas conclusões e trabalhos futuros.

2. CONECTOR E PROTOCOLO PS/2

O protocolo PS/2 (CHAPWESKE, 1999), desenvolvido pela IBM, em 1987, possui o formato de comunicação serial, síncrono, bidirecional. Isto significa que tanto o dispositivo escravo (teclado, mouse, etc.) se comunica com o computador, como o computador pode se comunicar com estes dispositivos através deste protocolo (PIRES, 2006). A Figura 1 mostra o aspecto físico do conector de ligação deste barramento, chamado de Mini-DIN.

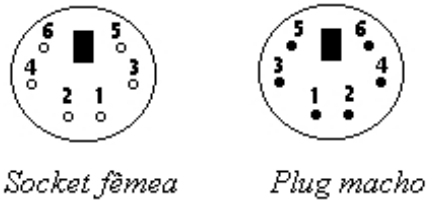

Figura 1 - Conectores PS/2 (Mini - DIN).

A descrição dos sinais deste conector são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Sinais do conector PS/2.

Pino	Nome	Descrição
1	GND	Alimentação Terra (0v)
2	VCC	Alimentação 5 V/DC
3	CLOCK	Sincronismo de transmissão
4	DATA	Entrada/Saída de dados
5	-	Não é usado
6	-	Não é usado

2.1. Protocolo de comunicação

O computador tem o controle de todas as ações, o que ocorre através dos níveis altos e baixos nos pinos clock e data dos dispositivos. A Tabela 2 mostra como é feito esse controle de níveis.

Tabela 2 – Forma de comunicação do protocolo PS/2.

Clock	Data	Ação
Nível alto	Nível alto	Comunicação habilitada
Nível baixo	Nível alto	Comunicação bloqueada
Nível alto	Nível baixo	Pedido de envio de dados

Enquanto o computador e o dispositivo não enviam nenhum sinal, o barramento permanece disponível para a comunicação, e o nível lógico do clock e do data permanecem altos. Quando o computador deseja enviar informação ou bloquear a transmissão ele coloca o pino clock em nível baixo, o que bloqueia os dispositivos, para não enviarem dados nesse período. Para o envio de informações, ele coloca nível alto no clock e nível baixo em data, iniciando assim a transferência de dados (PIRES, 2006).

2.2 Comunicação – Dispositivo para Computador

Além de usar o mesmo conector PS/2 usado pelo teclado, a transmissão dos dados do leitor de código de barras para o computador também adota o mesmo protocolo. Durante a comunicação os dados são transmitidos, byte à byte, como ilustra a Figura 2.

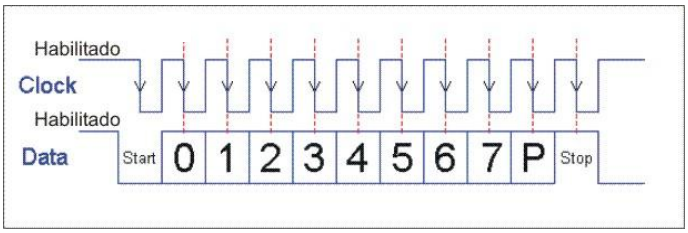

Figura 2 - Diagrama de comunicação entre o teclado e computador (Peacock, 1999).

Quando o dispositivo deseja iniciar uma comunicação, ele verifica se os pinos clock e data estão habilitados, quando isto não ocorre, significa que o computador bloqueou a transmissão ou então, deseja transmitir dados. Com isso o dispositivo não envia seus dados, até que o computador habilite a comunicação. Caso os dois sinais (clock e data) estejam habilitados, ele transmite os dados em um determinado período de tempo, respeitando as seguintes sequências: Inicio da transmissão, dados de 8 bits, paridade e fim da transmissão. Ao fim do processo o computador forma os dados de 8 bits e verifica se o resultado satisfaz a paridade, com isso ele garante que o valor recebido esta correto (CHAPWESKE,1999).

2.3 Scan-Codes

Scan-Codes são os valores hexadecimais enviados do teclado para o computador, e servem para representar cada tecla do teclado. Quando o computador recebe um scan-code ele verifica qual valor ele representa na tabela ASCII e faz a conversão. Estes são os mesmos códigos usados pelo leitor de códigos de barras. A Figura 3 mostra todos os scan-codes de um teclado comum do IBM-PC (CHAPWESKE, 1999).

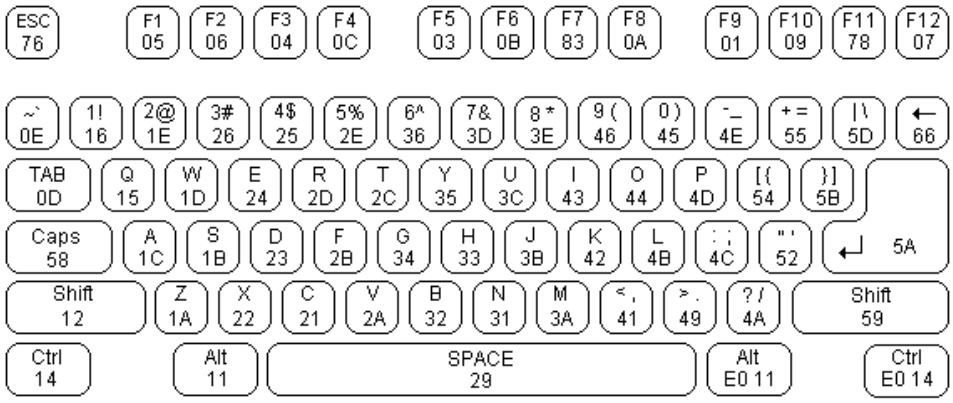

Figura 3 - Scan Codes do teclado (Peacock, 1999).

3. CÓDIGO DE BARRAS

O código de barras é uma representação gráfica que, em sua forma mais comum, usa barras claras e escuras, para representar dígitos. Através de um scanner, as combinações são decodificadas por meio de leitura óptica, permitindo obter os números representados pelas barras, que são equivalentes ao número que aparece logo abaixo delas (GS1 Brasil, 2010). A aplicação do Código de Barras como forma de identificação e envio das informações para o computador, vem sendo cada vez mais usada nos diversos ramos de atividades, por causa de suas vantagens, como: A velocidade em que um leitor de código de barras rastreia, interpreta e envia a informação é muito mais rápida do que a digitação feita por um operador; Ao manusear o código de barras o índice de erro é menor, se comparado a um operador humano; As aquisições de etiquetas de barras e impressoras são baratas e facilmente encontradas no mercado. O modelo utilizado neste trabalho é definido por 13 dígitos, dos quais os três primeiros representam o código do país, os quatro seguintes representam o código da empresa fabricante, que deve ser filiada a GSI, órgão internacional de logística, responsável pelo cadastro e emissão de prefixos numéricos no sistema EAN (Chai e Hock, 2005). Os próximos cinco dígitos representam o item comercial dentro da empresa e o último número, é um dígito verificador usado para se confirmar que a leitura do código foi feita de forma correta. O código EAN-13 possui início meio e fim, identificados pelas duas barras mais compridas. Essas barras não entram na contagem de identificação do código numérico. Os dígitos são divididos em três grupos; o primeiro dígito, o primeiro grupo de seis dígitos e o último grupo de seis dígitos. O primeiro grupo de seis dígitos está codificado através de um sistema que pode ter duas codificações distintas, e depende do 1º dígito, conforme ilustra a Tabela 1. As barras possuem quatro tipos diferentes de espessura, devendo ser lidas as barras e os espaços. A cada quatro barras, um dígito é identificado. As barras delimitadoras (mais compridas) são identificadas como na Figura 4.



início meio

Figura 4 - Marcação de início, meio e fim de um código de barras.

3.1 Leitores de Códigos de Barras

O Leitor de Código de Barras é um equipamento para automação, usado para coletar os dados e enviá-los para aplicações de entrada de dados, sendo os dados coletados no mesmo formato de um teclado comum. O sistema pode ser portátil, quando um computador portátil (coletor de dados) é acoplado ao leitor de códigos de barras, ou fixo, quando o leitor é acoplado a um computador de mesa (fixo). Estes são os dois tipos de leitores disponíveis no mercado atual.

3.1.1 Leitores de Códigos de Barras com fio

Os preços dos leitores de Códigos de Barras com fios comerciais variam entre R$ 100,00 e R$ 300,00 reais, considerando, além da marca duas características técnicas: Potência do laser - Quanto mais forte for a luz emitida pelo leitor melhor será sua capacidade de leitura, mesmo em etiquetas com a impressão fraca ou desgastada; Capacidade de decodificação – Além do padrão EAN, o dispositivo pode ser capaz de operar com outros padrões de código como: MaxiCode e Data Matrix.

3.1.2 Leitores de Códigos de Barras sem fio

O preço destes dispositivos varia de R$1.000,00 até R$ 4.500.00 e, assim como no modelo sem fio, além da potência do laser e de sua capacidade de decodificação, outras características são relevantes, como: Forma de alimentação - Todos utilizam bateria, mas alguns modelos permitem serem alimentado/carregados pela tomada mais próxima, outros necessitam que o leitor volte à base para ser carregado; Área de cobertura de trabalho (a distância máxima da base que o leitor pode operar).

4. MICROCONTROLADORES PIC

Embora o microcontrolador PIC (Bates, 2007) consista em um único circuito integrado, ele pode ser visto como um pequeno computador, pois é capaz de realizar cálculos e tomar decisões, seguindo um programa gravado em sua memória. Além disso, possui pinos que são destinados à entrada e saída de sinais (digitais e analógicos), correspondendo às portas dos conmputadores usadas para se fazer os interfaceamentos com o mundo externo (Tompkins e Webster, 1987). Entre os dispositivos mais usados, atualmente, estão os PICs, produzidos pela Microchip Technology Inc (PEREIRA, 2003).

4.1 Microcontrolador PIC 16F84A

Existe uma grande diversidade de marcas e modelos de microcontroladores, porém, por causa de sua grande simplicidade, baixo custo e intenso uso em diversos projetos, o PIC 16F84A (*PIC16F84A DataSheet*, *2001*) é o modelo de microcontrolador adotado neste projeto. Entre os motivos para a sua escolha estão: Baixo custo, Facilidade de programação (podendo ser utilizadas as linguagens C, Basic, Assembly, etc.); Memória de programa do tipo Flash; Excelente velocidade de execução. Por fim, este componente possui treze pinos de entrada e saída, que se dividem em cinco pinos para a porta A e oito pinos para a porta B. Deste modo, este microcontrolador apresenta uma ótima relação custo/benefício.

4.2 Linguagem de Programação C

A Linguagem de Programação usada neste projeto é o C, que consegue gerar um código de máquina pequeno e rápido o suficiente para a tarefa proposta neste trabalho, sem a necessidade de usar a programação assembly, que é bastante trabalhosa. De fato, a disponibilidade de compiladores para gerar o código de máquina para os Pics tem tornado a sua programação extremamente simples e rápida.

4.2.1 CCS PIC Compilers C

O compilador CCS C é um ambiente de programação que opera na plataforma Windows, e tem sido muito usado como ambiente de desenvolvimento de programas para microcontroladores PIC. Está ferramenta compila o código escrito em C, gerando oito arquivos com as extensões: ERR, HEX, SYM, LST, COF, PJT, TER, STA. O arquivo que deve ser gravado no Pic é o que tem a extensão HEX, que corresponde a linguagem nativa (linguagem de máquina) do PIC. Na imagem apresentada na Figura 5, tem-se o ambiente de programação CCS, com a janela obtida durante a compilação, exibindo mensagens de erros no código e, em destaque, a listagem dos arquivos de saída.

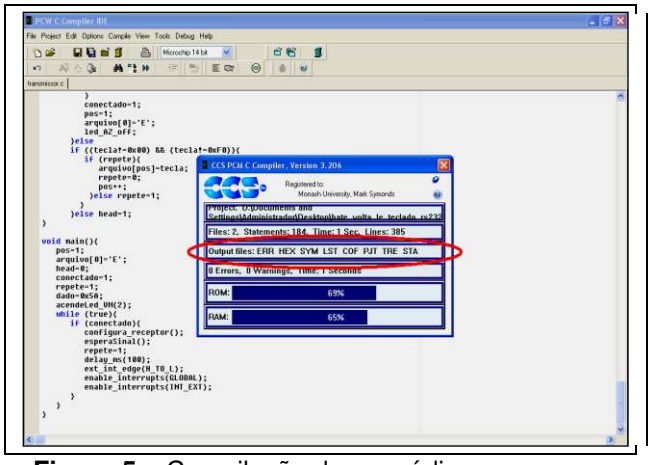

Figura 5 – Compilação de um código no programa *CCS*.

4.3 Processos de gravação para microcontroladores PIC

A gravação do programa no PIC pode ser realizada pelo programa chamado *ICProg*, disponível no site *http://www.ic-prog.com/* e um gravador eletrônico de microcontrolador. O *ICProg* possui uma tela simples e funcional, bastando selecionar o código a ser gravado e a porta de saída do computador que está conectada ao gravador. O gravador é o dispositivo (hardware), que vai converter o código de máquina gravado no arquivo HEX em impulsos elétricos que serão usados para fazer a gravação da informação na memória flash do PIC. Embora existam vários modelos de gravadores, o modelo *JDM*, disponível no site *http://www.k9spud.com/jdm/*. Este gravador é acoplado ao computador através de uma porta serial e foi o escolhido para se usar neste projeto, por causa da sua fácil fabricação, pois utiliza componentes simples e facilmente encontrados no comércio. A Figura 6 mostra todo o processo de gravação do microcontrolador, desde a sua programação ambiente do *CCS C*, até a sua gravação usando o *JDM*.

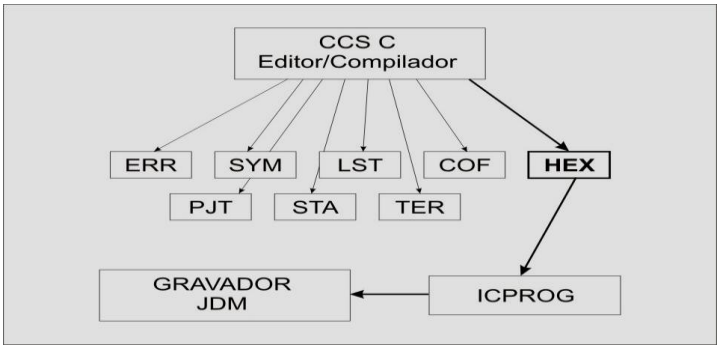

Figura 6 – Estágios do processo de gravação.

5. TRANSMISSOR DE SINAIS DE RÁDIO FREQUÊNCIA

Embora exista uma grande diversidade de circuitos para a transmissão de sinais de rádio, a sua construção não é uma tarefa simples, principalmente, por causa da necessidade de componentes como bobinas, que são difíceis de serem construídas e, principalmente, difíceis de serem calibradas. Assim, neste projeto usa-se o transceiver TRW2.4G, que é um módulo de comunicação de sinais de rádio frequência fabricado pela Laipac da Laipac Technology Inc. A Figura 7 apresenta o aspecto físico deste módulo, bem como em destaque, a identificação de seus pinos.

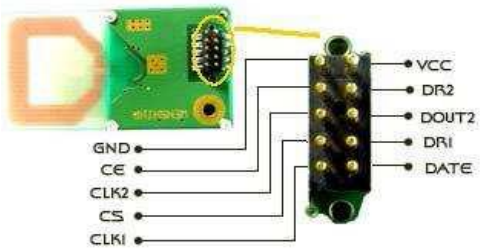

Figura 7 - Pinagem do transceiver (TRF-2.4G DataSheet).

Este dispositivo facilita bastante o projeto de sistemas de comunicação por rádio frequência, pois pode atuar como transmissor ou receptor. De fato, o que é mais interessate ainda é que o seu estado pode ser alterado via programação (TRF-2.4G DataSheet). Por fim, merece destaque o fato de ser um dispositivo que atende o padrão IEEE 802.15.4. A Tabela 3 mostra a pinagem deste componente e sua descrição de funcionamento.

Tabela 3 – Pinagem e suas funcionalidades.

Pino	Nome	Descrição
1	GND	Alimentação Terra (0v)
2	CE	Entrada Habilita modo receptor ou transmissor
3	CLK2 E/S	Entrada de clock receptor canal 2
4	CS	Entrada Habilita modo de configuração
5	CLK1 E/S	Entrada de clock receptor canal 1
6	DATA E/S	Recepção dos dados canal 1
7	DR1	Saída Indicação de dados para leitura no canal 1
8	DOUT2 E/S	Recepção dos dados canal 2
9	DR2	Indicação de dados para leitura no canal 2
10	VCC	Alimentação V/DC

Este transceiver utiliza internamente uma memória (Buffer) que permite receber os dados do PIC em baixa velocidade e, quando o Buffer fica cheio, os dados são transmitidos com uma velocidade muito elevada, reduzindo assim substancialmente o consumo de potência. Também é possível enviar pacotes menores (quando o buffer ainda não está cheio), colocando o pino $\overline{CS}$ em baixa. A frequência de operação deste circuito é de 2.4 GHz, com 125 canais, o que permite a implementação de uma rede com até 125 circuitos similares operando no mesmo ambiente. Durante a etapa de inicialização do circuito, deve-se informar qual é o canal que será usado. Deste modo, evita-se a colisão entre os sinais (TRF-2.4G DataSheet). Os estágios de transmissão e recebimento podem ser vistos na Figura 8.

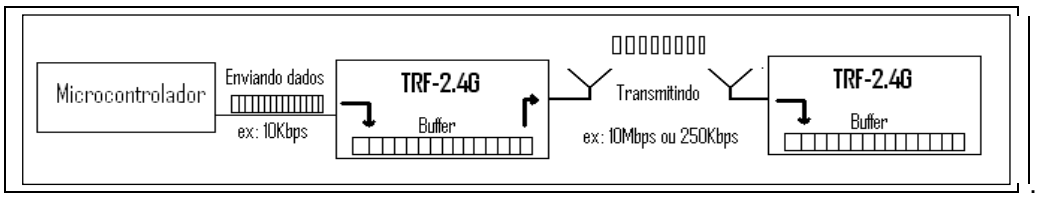

Figura 8 – Diagrama de bloco do transceiver (TRF-2.4G DataSheet).

6. LEITOR DE CÓDIGOS DE BARRAS SEM FIO USANDO MICROCONTROLADOR

O circuito eletrônico utilizado neste projeto é formado por dois módulos: circuito do leitor móvel, ligado ao leitor de código de barras, controlado pelo PIC, e o circuito conectado no Computador, que possui o banco de dados e conexões com a rede. Estes módulos realizam a transmissão bidirecional de informações entre o leitor e o computador. Sendo que em uma situação, o computador enviar informações ao leitor, como por exemplo, a sua disponibilidade para receber informações e, em outra situação é o leitor que envia os códigos lidos para o computador. A Figura 9 mostra o diagrama de bloco do sistema proposto neste projeto, destacando a comunicação entre os circuitos implementados.

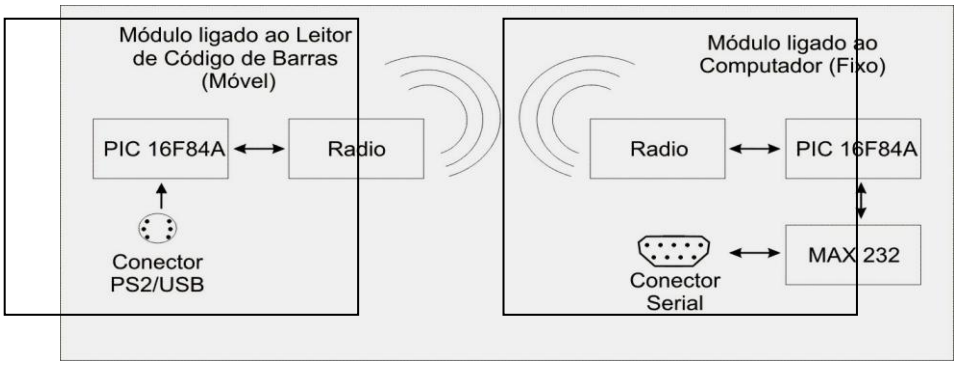

Figura 9 – Diagrama de bloco do circuito proposto.

6.1 Módulo trasmissor/ receptor de rádio frequência do leitor (móvel)

Este módulo é responsável pela leitura do sinal enviado pelo Leitor de código de barras e de enviar os dados coletados ao receptor. Os dados lidos pelo leitor são captados pelo microcontrolador 16F84A, o qual armazena os mesmos em memória, gerando posteriormente um pacote de dados, de tamanho variado, que será enviado por rádio frequência para o receptor, através do transceiver TRF2.4G. Para o controle de leitura do leitor e transmissão dos dados, foi desenvolvido um programa em Linguagem C, representada no fluxograma da Figura 10.

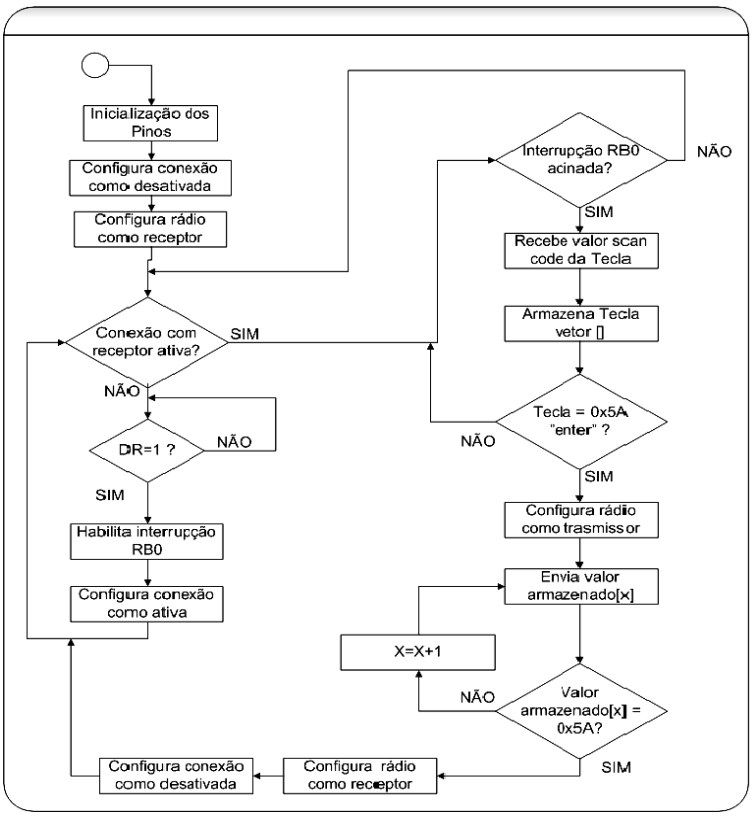

Figura 10 – Fluxograma do Módulo do leitor (móvel).

6.2 Módulo trasmissor/ receptor de rádio frequência do computador (fixo)

Este circuito capta os dados por rádio frequência e envia ao computador. Além disso, ele também permite que o computador envie informações para circuito do leitor móvel, o que é importante para que o operador do leitor tenha a confirmação de que a informação foi recebida com êxito. Compõem este dispositivo, o rádio TRF-2.4G, que recebe os sinais, o PIC 16F84A, que processa estes sinais, de acordo com o fluxograma abaixo e o chip MAX232, que auxila a comunicação serial com o computador. O programa de controle deste módulo também foi desenvolvido em linguagem C. A Figura 11 apresenta o fluxograma deste programa.

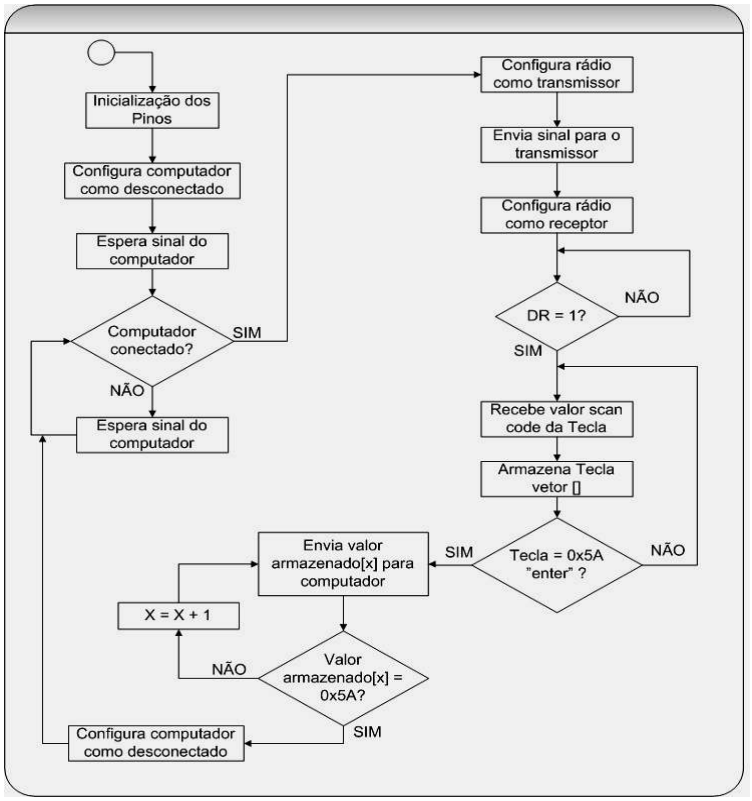

Figura 11 – Fluxograma do Módulo do Computador (fixo).

6.3 Protótipo do Sistema Proposto

O protótipo utilizado nos experimentos realizados é apresentado na Figura 12, que apresenta em (a) a montagem do módulo transmissor, que fica acoplado ao leitor de códigos de barras, enquanto que em (b) tem-se o módulo receptor, que fica conectado ao computador. Observando-se que, como ocorre trocas de mensagens entre estes dois módulos, na verdade, os dois são dispositivos repectores e transmissores.

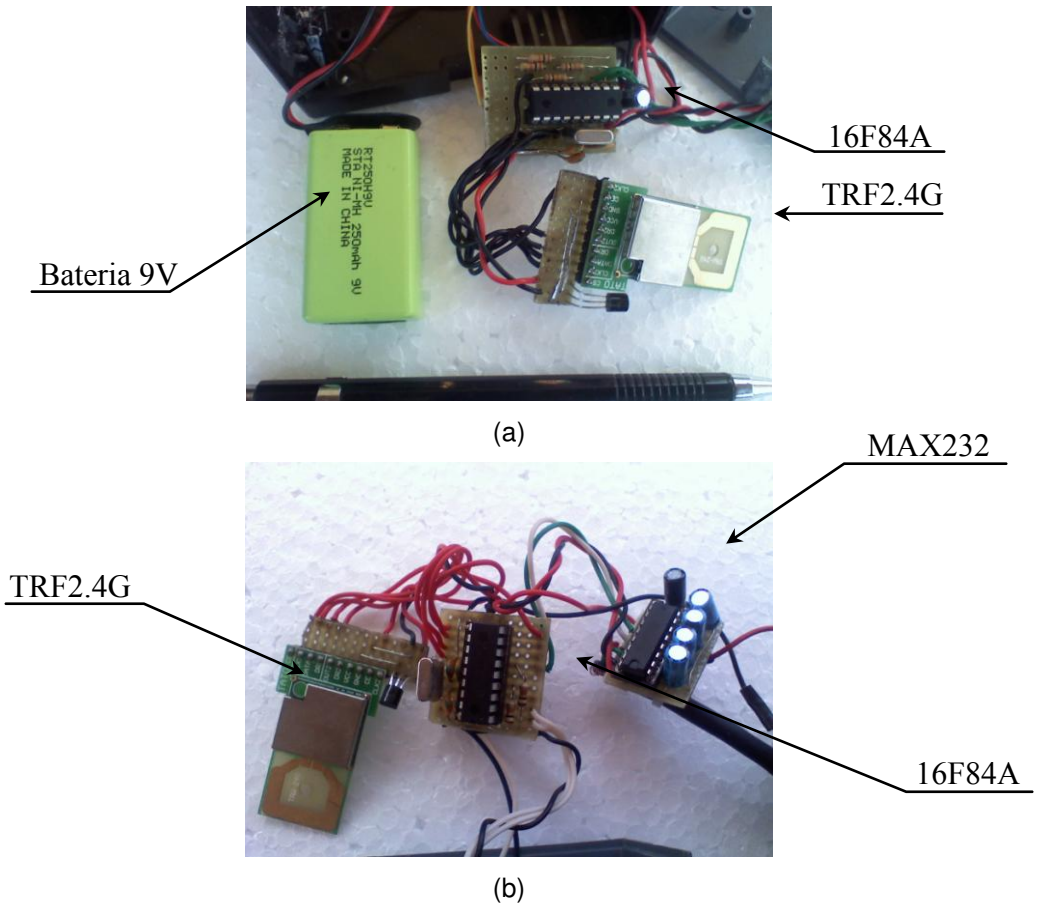

Figura 12 – Disposição da montagem do protótipo: a) Módulo Transmissor e b) Módulo Receptor.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nos experimentos realizados com o sistema proposto neste trabalho foram feitos exaustivos testes de coleta de informações em códigos de barras e, em todos os casos, o resultado obtido foi exatamente o mesmo usando o leitor com fio, conectado diretamente ao computador. Assim, obsevou-se que o circuito proposto não introduziu nenhum efeito indesejável. Com relação à distância máxima entre o leitor e o computador, foram obtidos resultados satisfatórios à distâncias de até 50 metros, mesmo dentro de ambientes bastantes congestionados por sinais de rádio frequência, incluindo sinais de redes de Internet sem fio e as conhecidas interferências causadas pelo intenso uso de lampadas fluorescentes.

O uso de leitores de códigos de barras tem simplificado muito as operações de identificiação e controle de produtos nas mais diversas áreas, pois, além de acelerar o processo, evitam uma grande quantidade de erros de digitação que ocorrem quando os códigos são inseridos por um operador. O dispositivo proposto neste projeto apresentou um excelente desempenho, apesar de seu custo bastante reduzido, quando comparado com dispositivos disponíveis no mercado. Em trabalhos futuros, deverão ser investigadas algumas estratégias de trocas de mensagens entre o computador e o operador do leitor de códigos de barras. Também estão previstas modificações no sistema de transmissão de rádio frequência para verificar a possibilidade de enviar os dados por distâncias maiores. Por fim, deverá ser verificada a possibilidade de adicionar ao circuito memórias de massa, como cartões SD, MMC, ou pendrives, capazes de realizar a coleta de forma totalmente autônoma em locais completamente fora do alcance dos sinais de rádio frequência.

REFERÊNCIAS

Bates, M. (2007) “The Pic Microcontroller : An Introduction to Microelectronics”, Newnes.

Chai, D. Hock, F. (2005) “Locating and Decoding EAN-13 Barcodes from Images Captured by Digital Cameras”, Addendum to Proceedings ICIS2005.

CCS C- Custom Computer Services (2007), “Compiler Reference Manual”, versão 4.

Chapweske, A. (1999) PS/2 Mouse/Keyboard Protocol.

Deitel, H. M. (2003) “C# Como programar - Apresentando net e web services” Editora Makron Books.

EAN BRASIL (2009) “Associação Brasileira de Automação”, www.gs1brasil.org.br.

IC-PROG PROTOTYPE PROGRAMER (2006) www.ic-prog.com, acesso: 27/07/2010.

Jarvi, K. (1998) “RXTX: the prescription for transmission”, www.rxtx.org.

Lago, B. (1969) “Radiodifusão e Desenvolvimento” Livraria Cultural da GB.

Laipac Tech (2007) “TRF-2.4G TRANSCEI ER – Datasheet”.

Mello, L. F. P. (2000) “Análise e projeto de fontes chaveadas” Érica, Editora.

Microchip (2007) “PIC16F84A – Datasheet”.

Peacock, C. (2000) http://hi.eecg.toronto.edu/seatsale/programs/www.beyondlogic.org/ keyboard/keybrd.htm, acesso: 21/04/2010.

Pereira, F. (2004) “Microcontroladores PIC - Programação em C”. Editora. Érica.

Pires, A. B. (2006) “Sistema de Automação utilizando leitor de código de barras via RF”, Trabalho de conclusão de curso, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, www.pucrs.br/feng/tcc/eletrica/2006_1_184_trabalho.pdf, acesso: 16/11/2009.

Reitz, J. R. Milford, F. J. Christyl, R. W. (1982) “Fundamentos da Teoria Eletromagnética”, Editora Campus.

Souza, D. J. (2003) “Desbravando o PIC”, Editora Érica.

Taurion, C. (2005) “Software embarcado: oportunidades e potencial de Mercado”, Editora Brasport.

Tompkins W. J. Webster J. G. (1987) “Interfacing Sensors to the IBM-PC“, Prentice Hall PTR.