

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA/ELETRÔNICA E**  
**TELECOMUNICAÇÕES**

**ANDREAS HAUER PIEKARZ**

**DIEGO DIAS DOS REIS**

**JONATAS DE FREITAS**

**SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO REMOTA DE ARQUIVOS: SIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2012**

**ANDREAS HAUER PIEKARZ**

**DIEGO DIAS DOS REIS**

**JONATAS DE FREITAS**

## **SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO REMOTA DE ARQUIVOS: SIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Elétrica – ênfase em Eletrônica e Telecomunicações do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria

**CURITIBA**

**2012**

ANDREAS HAUER PIEKARZ  
DIEGO DIAS DOS REIS  
JONATAS DE FREITAS

## **SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO REMOTA DE ARQUIVOS - SIRA**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 19 de outubro de 2012, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Industrial Elétrica – ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O(s) aluno(s) foi(ram) arguído(s) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

---

Prof. Dr. Hilton José silva Azevedo  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

---

Prof. Dr. Dario Eduardo Amaral Dergint  
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fernando Cardoso Castaldo

---

Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria  
Orientador

---

Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas

## **AGRADECIMENTOS**

Com certeza estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase das nossas vidas. Portanto, desde já desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e de nossas gratidões.

Reverenciamos o Professor Dr. Rubens Alexandre de Faria pela sua dedicação e pela orientação deste trabalho e, por meio dele, nós nos reportamos a toda a comunidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio incondicional.

Agradecemos ao Prof. Dr. Fernando Cardoso Castaldo pela oportunidade de podermos trabalhar o tema desse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) no laboratório de pesquisa e desenvolvimento (LPD) da UTFPR e nos fabricar a placa utilizada no projeto.

Aos nossos colegas de trabalho gostaríamos de externar nossas satisfações de poder conviver com eles durante a realização deste estudo e ao Murilo Hoffman que nos deu informações interessantes para o desenvolvimento do projeto.

Agradecemos aos funcionários da polícia criminalística que nos forneceram informações necessárias para a realização deste trabalho.

Gostaríamos de deixar registrado também, os nossos reconhecimentos à nossa família, pois acreditamos que sem o apoio deles seria muito difícil vencer este desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

PIEKARZ, Andreas H.; REIS, Diego D.; FREITAS, Jonatas. **Sistema de Identificação Remota de Arquivos: SIRA**. 2012. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Elétrica – ênfase Eletrônica e Telecomunicações) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento do SIRA, este projeto se propõe a implementar melhorias no sistema de armazenamento de armas em depósitos para onde são conduzidos materiais de perícia policial. A ideia principal é diminuir em torno de 20% o extravio e o tempo gasto na busca de objetos nesses depósitos, substituindo o método de armazenamento convencional (utilização de etiquetas) por solução que permite identificação remota dos elementos de interesse através de tags de identificação por radiofrequência. Para o SIRA, foi desenvolvido um equipamento capaz de fazer a leitura de um código correspondente a determinado produto e, posteriormente, enviar a informação com a identificação desse produto para um banco de dados localizado em um computador central. Para tanto, foi projetado em termos de *hardware* uma placa que possui um leitor de *tags* RFID que ao ler os cartões, projeta na sua saída o código ASCII dos dados gravados neles. Estes valores seguem para uma unidade processadora, a placa *LaunchPad* da *Texas Instruments*, na qual são armazenados num *buffer*. Estes valores seguem para um PC via comunicação sem fio, usando uma antena de radiofrequência RF-2400P da INHAOS que utiliza o protocolo de comunicação SPI. Os dados enviados são recebidos por uma antena RF-2410U da INHAOS que os armazenará num *buffer* interno, estas informações serão processadas por um software, em *Visual Basic*. Posteriormente, as informações serão recebidas por um banco de dados em Access, que será utilizado para pesquisar e cadastrar as informações das armas relacionadas àquela tag RFID. Com o produto desenvolvido, foram realizados alguns testes como distância máxima que a antena envia informações entre outros testes e ficou comprovado que o SIRA atendeu as expectativas. Com a utilização deste equipamento, qualquer produto que passe pela leitora poderá ser guardado por grandes períodos de tempo e, assim que for necessário, poderá ser recuperada qualquer informação relacionada a este que se julgar necessária em qualquer tempo.

**Palavras-chave:** Circuito de Baixo consumo. RFID. Banco de Dados. Rastreabilidade.

## ABSTRACT

PIEKARZ, Andreas H.; REIS, Diego D.; FREITAS, Jonatas. **Sistema de Identificação Remota de Arquivos: SIRA**. 2012. 84 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Industrial Elétrica – ênfase Eletrônica e Telecomunicações) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

This paper presents the development of SIRA, this Project proposes to implement system improvements in weapons storage depots where materials are led Police expertise. The main idea is to decrease around 20% loss and the time spent searching for objects in these deposits, replacing the conventional method of storage (using tags) solution that allows for remote identification of the elements of interest by means of radio frequency identification tags. For SIRA has been developed an apparatus capable of reading a code corresponding to a particular product and then send the information to the identification of the product to a database located on a central computer. Therefore, is was designed in terms of hardware a card that has a RFID tag reader that reading the cards, designs in its output ASCII code data recorded on them. These values below to a processing unit, the plate LaunchPad from Texas Instruments, which are stored in a buffer. These figures follow to a PC via wireless communication using a radio frequency antenna RF2400P INHAOS of using the SPI communications protocol. The data sent is received by an antenna RF-2410U INHAOS of the store in the internal buffer, this information will be processed by an Access database that will be used to search for and register the information related to that of arms RFID tag. With the developed product, was conducted some tests it was proven that the SIRA met expectations. Using this equipment, any product that passes the reader can be stored for long periods of time, and so necessary, can be retrieved any information related to this is that at any time deemed necessary.

Keywords: Circuit Low consumption. RFID. Database. Traceability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de blocos do SIRA.....	16
Figura 2: Sistema RFID.....	26
Figura 3: Leitor YET-125K-W.....	28
Figura 4: Interface TTL232.....	29
Figura 5: Dados armazenados nas tags.....	30
Figura 6: kit EX430G2 LAUNCHPAD.....	31
Figura 7: Pinagem do MSP430G2553.....	32
Figura 8: Diagrama funcional do MSP430G2553.....	35
Figura 9: Estrutura física do RF-2400P.....	37
Figura 10: Pinagem do RF-2400P.....	37
Figura 11: Estrutura física do RF-2410U.....	39
Figura 12: Fluxo do sinal no projeto.....	40
Figura 13: Diagrama de execução da rotina de aquisição e transmissão.....	42
Figura 14: Diagrama de execução da rotina de recepção.....	44
Figura 15: Formulário de conexão e pesquisa.....	46
Figura 16: Diagrama de blocos do SIRA.....	48
Figura 17: Buffer de recebimento.....	49
Figura 18: Dado presente no pino MOSI.....	49
Figura 19: Formulário preenchido.....	50
Figura 20: Banco de Dados Access.....	51
Figura 21: Consumo do Sistema Desenvolvido.....	52
Figura 22: Ciclo de Vida das Tecnologias.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Funções dos pinos do MSP430G2553 .....	33
Tabela 2: Cronograma de atividades realizadas .....	54
Tabela 3: Gastos realizados.....	55
Tabela 4: Riscos levantados para o projeto .....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Pinagem do RF-2400P .....	38
Quadro 2: Principais pontos do Plano .....	59
Quadro 3: Capital Social .....	61
Quadro 4: Estimativa de Investimentos fixos – máquinas e equipamentos.....	64
Quadro 5: Estimativa de Investimentos fixos – móveis e utensílios .....	64
Quadro 6: Estimativa de Investimentos fixos – veículos .....	65
Quadro 7: Total de investimentos fixos .....	65
Quadro 8: Estimativa do estoque inicial .....	65
Quadro 9: Caixa mínimo – contas a receber .....	65
Quadro 10: Caixa mínimo – fornecedores.....	66
Quadro 11: Caixa mínimo – estoques .....	66
Quadro 12: Caixa mínimo – cálculo da necessidade líquida .....	66
Quadro 13 – Caixa mínimo.....	66
Quadro 14: Capital de giro .....	67
Quadro 15: Investimentos pré-operacionais.....	67
Quadro 16: Investimento total .....	67
Quadro 17: Estimativa do faturamento mensal da empresa .....	68
Quadro 18: Estimativa dos custos.....	68
Quadro 19: Estimativa dos custos de comercialização .....	68
Quadro 20: Apuração do custo dos materiais diretos e/ou mercadorias vendidas....	69
Quadro 21: Estimativa dos custos com mão de obra .....	69
Quadro 22: Estimativa dos custos com depreciação.....	69
Quadro 23: Estimativa dos custos fixos operacionais mensais .....	70
Quadro 24: Programação de vendas ano 1 .....	70
Quadro 25: Programação de vendas ano 2 .....	71
Quadro 26: Programação de vendas ano 3 .....	71
Quadro 27: Demonstrativo de resultados .....	72
Quadro 28: Ponto de equilíbrio.....	72
Quadro 29: Lucratividade .....	72
Quadro 30: Rentabilidade .....	72
Quadro 31: Prazo de retorno do investimento.....	73

Quadro 32: Análise SWOT .....74

Quadro 33: Cinco Forças de Porter.....75

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	15
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.3 APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO .....	16
CAPÍTULO 2 .....	18
2.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO .....	18
2.1.1 HISTÓRICO DA COMUNICAÇÃO SEM FIO.....	18
2.1.2 PADRÕES E TECNOLOGIAS DAS COMUNICAÇÕES SEM FIO .....	19
2.2 COMUNICAÇÃO SPI .....	19
2.2.1 A TRANSMISSÃO DE DADOS .....	20
2.2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SPI .....	20
2.2.2.1 VANTAGENS .....	20
2.2.2.2 DESVANTAGENS.....	21
2.3 MICROCONTROLADORES.....	21
2.3.1 HISTÓRICO DOS MICROCONTROLADORES .....	22
2.3.2 APLICAÇÕES .....	22
2.3.3 PARTES DE UM MICROCONTROLADOR.....	23
2.3.4 TIPOS DE MICROCONTROLADORES MAIS COMUNS NO MERCADO.....	23
2.4 TECNOLOGIA RFID.....	24
2.4.1 HISTORICO DOS RFID .....	24
2.4.2 SISTEMA RFID .....	25
2.4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS TAGS RFID .....	26
2.4.4 FAIXA DE FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO .....	26
2.4.5 APLICAÇÕES .....	27
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS.....	27
CAPÍTULO 3 .....	28
3.1 LEITOR DE TAGS.....	28
3.1.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO YET-125K-W .....	29
3.1.2 INTERFACE TTL232.....	29
3.1.3 FORMATO DE SAÍDA DOS DADOS DO YET-125K-W.....	30
3.2 MSP LAUNCHPAD .....	30
3.2.1 CARACTERÍSTICAS DO MSP-EX430G2 LAUNCHPAD.....	31

3.3 MSP430G2553.....	31
3.3.1 CARACTERÍSTICAS DO MSP430G2553 .....	32
3.3.2 PINAGEM DO MSP430G2553 .....	32
3.3.3 FUNÇÕES DOS PINOS DO MSP430G2553 .....	33
3.3.4 DIAGRAMA FUNCIONAL DO MSP430G2553.....	35
3.4 MÓDULO DE TRANSMISSÃO RF-2400.....	36
3.4.1 CARACTERÍSTICAS DO RF-2400 .....	36
3.4.2 ESTRUTURA FÍSICA DO RF-2400.....	37
3.4.3 PINAGEM DO RF-2400P .....	37
3.5 MÓDULO DE RECEPÇÃO RF-2410U .....	38
3.5.1 CARACTERÍSTICAS DO RF-2410U.....	38
3.5.2 ESTRUTURA FÍSICA DO RF-2410U .....	39
3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TÉCNICA .....	39
CAPÍTULO 4 .....	40
4.1 FLUXO DO SINAL.....	40
4.2 TRANSMISSÃO .....	41
4.3 RECEPÇÃO .....	44
4.4 SERVIDOR PC.....	45
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS.....	47
CAPÍTULO 5 .....	48
5.1 FUNCIONAMENTO DO SIRA .....	48
5.2 TESTES REALIZADOS.....	51
5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE FUNCIONAMENTO E TESTES.....	53
CAPÍTULO 6 .....	54
6.1 CRONOGRAMA.....	54
6.2 CUSTOS .....	54
6.3 RISCOS.....	55
6.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO .....	56
CAPÍTULO 7 .....	58
7.0 SUMÁRIO EXECUTIVO .....	58
7.1 DEFINIÇÃO DO NEGÓCIO.....	59
7.1.1 VISÃO.....	59
7.1.2 MISSÃO.....	60

7.1.3 SETORES DA ATIVIDADE .....	60
7.1.4 FORMA JURÍDICA .....	60
7.1.5 ENQUADRAMENTO TRIBUTÁRIO.....	60
7.1.5.1 ÂMBITO FEDERAL .....	60
7.1.5.2 ÂMBITO ESTADUAL.....	61
7.1.5.3 ÂMBITO MUNICIPAL .....	61
7.1.6 CAPITAL SOCIAL .....	61
7.1.7 FONTES DE RECURSOS.....	61
7.2 ANÁLISE DE MERCADO .....	61
7.2.1 ESTUDO DOS CLIENTES .....	61
7.2.2 ESTUDO DOS CONCORRENTES .....	62
7.2.3 ESTUDO DOS FORNECEDORES .....	62
7.3 PLANO DE MARKETING .....	63
7.3.1 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS .....	63
7.3.2 PREÇO.....	63
7.3.3 ESTRATÉGIAS PROMOCIONAIS .....	63
7.3.4 ESTRUTURA DE COMERCIALIZAÇÃO .....	64
7.4 PLANO FINANCEIRO .....	64
7.4.1 ESTIMATIVA DOS INVESTIMENTOS FIXOS .....	64
7.4.1.1 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....	64
7.4.1.2 MÓVEIS E UTENSÍLIOS.....	64
7.4.1.3 VEÍCULOS .....	64
7.4.1.4 TOTAL DE INVESTIMENTOS FIXOS .....	65
7.4.2 CAPITAL DE GIRO .....	65
7.4.2.1 ESTIMATIVA DO ESTOQUE INICIAL.....	65
7.4.2.2 CAIXA MÍNIMO .....	65
7.4.2.2.1 CONTAS A RECEBER.....	65
7.4.2.2.2 FORNECEDORES .....	65
7.4.2.2.3 ESTOQUES .....	66
7.4.2.2.4 CALCULO DA NECESSIDADE LÍQUIDA.....	66
7.4.2.3 CAIXA MÍNIMO (RESUMO) .....	66
7.4.2.4 CAPITAL DE GIRO (RESUMO) .....	67
7.4.3 INVESTIMENTOS PRÉ-OPERACIONAIS .....	67

7.4.4 INVESTIMENTO TOTAL .....	67
7.4.5 ESTIMATIVA DO FATURAMENTO MENSAL DA EMPRESA .....	67
7.4.6 ESTIMATIVA DOS CUSTOS .....	68
7.4.7 ESTIMATIVA DOS CUSTOS DE COMERCIALIZAÇÃO .....	68
7.4.8 APURAÇÃO DOS CUSTOS DOS MATERIAIS DIRETOS E/OU MERCADORIAS VENDIDAS .....	68
7.4.9 ESTIMATIVA DOS CUSTOS COM MÃO-DE-OBRA .....	69
7.4.10 ESTIMATIVA DO CUSTO COM DEPRECIAÇÃO .....	69
7.4.11 ESTIMATIVA DE CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS MENSAIS .....	69
7.4.12 PROGRAMAÇÃO DE VENDAS .....	70
7.4.12.1 ANO 1.....	70
7.4.12.2 ANO 2.....	71
7.4.12.3 ANO 3.....	71
7.4.13 DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS .....	72
7.4.14 INDICADORES DE VIABILIDADE.....	72
7.4.14.1 PONTO DE EQUILÍBRIO .....	72
7.4.14.2 LUCRATIVIDADE.....	72
7.4.14.3 RENTABILIDADE .....	72
7.4.14.4 PRAZO DE RETORNO DO INVESTIMENTO .....	73
7.5 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS .....	73
7.6 AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA.....	73
7.6.1 ANÁLISE SWOT .....	73
7.6.2 CINCO FORÇAS DE PORTER .....	74
7.6.3 CICLO DE VIDA DAS TECNOLOGIAS.....	76
7.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANO FINANCEIRO .....	77
CAPÍTULO 8 .....	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78
REFERÊNCIAS.....	80
ANEXOS .....	82
ANEXO A: Esquemático da placa de conexão dos módulos. ....	82
ANEXO B: PCB projetado para conexão dos módulos. ....	83
ANEXO C: Lista de componentes necessários para conexão dos módulos. ....	84

## **CAPÍTULO 1**

Neste capítulo será mostrado o que levou a desenvolver o Sistema de Identificação Remota de Arquivos - SIRA. Será demonstrada primeiramente uma justificativa de porque desenvolver este projeto e o que ele atenderá com o seu propósito, segundo como será composto o produto e por fim de como será apresentado este documento.

### **1.2 JUSTIFICATIVA**

Qualquer instituição que lida com armazenamento de objetos em larga escala em depósitos, estoques ou arquivos está sujeita ao problema do seu extravio, da falta de organização e da dificuldade de se implementar métodos eficientes de catalogação para posteriores buscas, localização, retiradas ou remanejamentos de elementos armazenados. É primordial para a logística de tais instituições (sejam elas empresas, órgãos públicos, etc.) a implantação de um sistema seguro, de simples manuseio que proporcione facilidade, confiabilidade e agilidade aos procedimentos de estoque de objetos, independente de sua natureza, em arquivos bem como sua posterior busca.

Foi detectada uma demanda de um sistema com as características supramencionadas no Instituto de Criminalística de Curitiba, instituição na qual é armazenada uma determinada quantidade de armas em depósitos de materiais para perícia policial. No presente momento, a identificação dessas armas é feita lançando mão somente de etiquetas de papel penduradas a elas. São fatos extremamente comuns o extravio dessas etiquetas e a sua deterioração devido à ação do tempo, manipulação frequente e atrito com outros materiais. Perder a identificação de uma dessas armas representa um prejuízo, pois acarreta a perda de uma importante evidência criminal, atrasando a conclusão de inquéritos e, conseqüentemente, gerando custo para a sociedade de um modo geral.

Uma solução baseada em conceitos da Eletrônica, comunicação sem fio e banco de dados, que eliminasse esses problemas, tornaria o sistema como um todo mais confiável e rápido, aumentando ainda mais a credibilidade e a eficiência do Instituto de Criminalística. O novo sistema abriria portas para um aumento

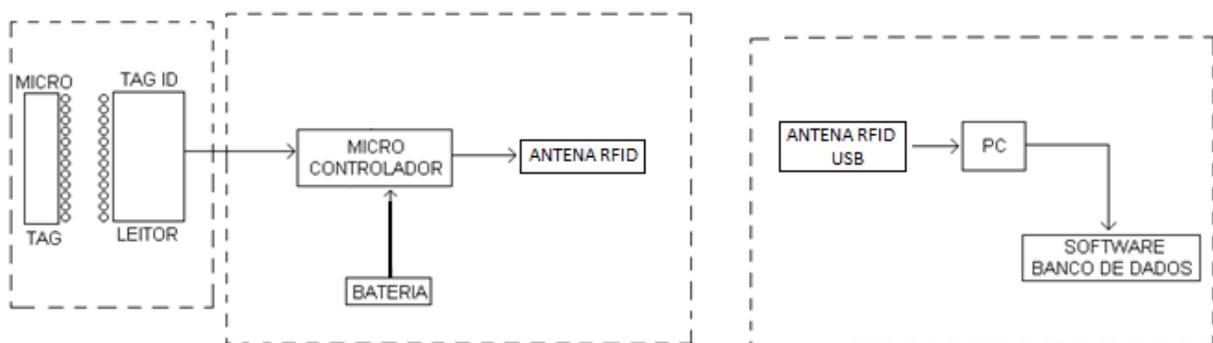
considerável do número de inquéritos concluídos num mesmo período de tempo comparado com o sistema de identificação por etiquetas.

Deve-se levar em consideração, entretanto, que a identificação com etiquetas de papel é uma forma fácil, intuitiva e baixo custo de se proceder com a catalogação, o que acaba por exigir do projeto um método com baixo consumo de energia e de fácil manuseio.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é desenvolver um produto composto de *hardware* e *software* de baixo consumo embarcado para gerenciamento de *tags* com comunicação remota para identificação de armas de fogo e munições no depósito do Instituto de Criminalística do Paraná.

Para tanto, foi necessário alcançar outros objetivos menores como: o estudo de todas as tecnologias e técnicas utilizadas para desenvolver o SIRA evitando imprevistos durante o desenvolvimento do projeto. Além disso, foi necessário o desenvolvimento de *hardware* para captura dos dados do leitor e envio para o microcontrolador e os módulos de transmissão. Além do *software* integrado ao banco de dados para armazenar e cadastrar as informações das armas.



**Figura 1: Diagrama de blocos do SIRA.**  
**Fonte: autoria própria**

## 1.3 APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO

O documento apresenta, primeiramente, os estudos das tecnologias que foram utilizadas para ter uma melhor definição do produto. Descrevendo o que é comunicação sem fio, comunicação SPI - *Serial Peripheral Interface Bus*, microcontroladores e a tecnologia RFID - *Radio Frequency Identification*.

Em seguida mostram-se as características técnicas dos módulos que foram utilizados para o desenvolvimento do produto, como o funcionamento do leitor de tags, dos transmissores e receptores e do microcontrolador MSP430.

Após isto se mostram alguns detalhes do desenvolvimento do SIRA tanto em considerações de *hardware*, *firmware* e *software* como a inter-relação entre os módulos utilizados e os testes feitos e resultados alcançados.

Ao final apresentam-se a gestão realizada para o desenvolvimento do SIRA e um plano de negócios para a comercialização do produto desenvolvido.

## CAPÍTULO 2

Neste capítulo será mostrada a base teórica necessária para desenvolver o SIRA. Será demonstrado o funcionamento da comunicação SPI – *Serial Peripheral Interface*, que será utilizada para gerar a interface entre os módulos de rádio frequência, será feita uma explicação geral de microcontroladores, abordando o seu funcionamento interno e as funcionalidades que oferecem. Além disso, será abordada a ideia de como se comporta e funciona a tecnologia de RFID – *Radio Frequency Identification* e comunicação sem fio.

### 2.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO

A comunicação sem fio tem sido muito utilizada, principalmente em telecomunicações para a transmissão e recepção de todo o tipo de dado, seja de caracteres, sinais, imagens, sons ou informação de qualquer natureza, uma vez que se demonstra uma solução que elimina a necessidade de cabeamento entre a fonte e o receptor, proporcionando mobilidade e flexibilidade aos equipamentos que se comunicam.

Vários fatores como a frequência de operação, a potência do transmissor e o ruído ou interferência do canal influenciam nas distâncias entre transmissor e receptor dentro da qual a comunicação é confiável. As distâncias envolvidas podem ser curtas, de alguns metros somente para aplicações de baixa potência, como mouses wireless ou podem ser longas, de milhares de quilômetros como em transmissões de satélites, dada as altas potências de transmissão envolvidas.

#### 2.1.1 HISTÓRICO DA COMUNICAÇÃO SEM FIO

Os primórdios da comunicação sem fio se deram em meados do século XIX, através das teorias elaboradas por dois físicos ingleses, Michael Faraday e James Clerk Maxwell. No ano de 1888, Heinrich Hertz utilizou as teorias criadas pelos físicos para construir um transmissor que ficou conhecido como centelhador. Este dispositivo gerava ondas de rádio a partir de uma centelha elétrica, motivo pelo qual recebeu esse nome.

Em 1895, Guglielmo Marconi, engenheiro elétrico italiano, ampliou o alcance das transmissões do centelhador e adaptou a tecnologia para enviar e receber sinais

telegráficos sem fio. No início do século XX, o professor inglês John Ambrose Fleming e o norte-americano Lee De Forest, proporcionaram avanços na tecnologia de comunicação sem fio. Eles conseguiram modular e amplificar sinais sem fio para o envio de transmissões de voz.

### 2.1.2 PADRÕES E TECNOLOGIAS DAS COMUNICAÇÕES SEM FIO

Há diversos padrões e tecnologias que são bastante empregadas em comunicações sem fio, tais como o *IrDA*, *Bluetooth*, *RONJA*, *Wi-Fi*, *WiMAX*, *Mesh*, *WiGig*. (WIKIPÉDIA, 2012a).

## 2.2 COMUNICAÇÃO SPI

SPI ou *Serial Peripheral Interface* é um protocolo que é muito utilizado para realizar comunicação principalmente de microcontroladores com outros componentes formando uma rede, ou mesmo entre dois microcontroladores.

A tecnologia de comunicação SPI foi desenvolvida pela Motorola para a linha de processadores MC68K. O SPI é um protocolo síncrono, que opera no modo *full duplex* e é composto por 4 sinais (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

Uma das características deste protocolo é que ele não permite endereçamentos; a comunicação deve ser feita entre dois pontos, em que um se chama *Master* e o outro *Slave*. A transmissão de sinais dá-se principalmente por quatro vias denominadas *Clock*, *Data in*, *Data out* e *SS* (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

O *Clock* se trata da via de relógio de sincronização. Este é gerado pelo dispositivo *Master* e alimenta os outros dispositivos *Slave*, criando uma fonte de sincronização para o sistema. Geralmente, esse sinal é denominado SCK ou *Serial Clock* (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

*Data in* refere-se a via pela qual o dispositivo *Slave* selecionado envia uma sequência de dados para o dispositivo *Master*. Ele é denominado SDI - *Slave Data In* ou MISO – *Master Input, Slave Output* (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

*Data out* refere-se à via pela qual o dispositivo *Master* envia uma sequência de dados para o dispositivo *Slave* selecionado. Ele é denominado SDO - *Slave Data*

*Out* ou MOSI – *Master Output, Slave Input*. (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

*Slave Select* ou SS se trata de um sinal que é usado para selecionar o chip do Slave que receberá os dados. Ele é denominado /SS ou CSN (SIEMEINTCOSKI, WACKERHAGEN, 2008).

## 2.2.1 A TRANSMISSÃO DE DADOS

Para realizar a comunicação SPI, primeiramente deve ser configurado o *Clock*. Para isso, deve ser utilizada uma frequência menor ou igual à frequência máxima que o Slave pode suportar. Estas frequências podem variar de 1 a 100 MHz.

Após a configuração, o *Master* tem que transmitir para o *Slave* desejado o bit de seleção com o valor lógico zero, sinalizando que este está habilitado (WIKIPÉDIA, 2012b).

Durante cada ciclo de *Clock*, ocorrerá transmissão do dado presente na via MISO e MOSI, ou seja, do *Slave* para o *Master* e do *Master* para o *Slave* respectivamente (WIKIPÉDIA, 2012b).

A transmissão neste tipo de comunicação envolve dois registradores de deslocamento de determinado tamanho, por exemplo, 8 *bits*, sendo que um se encontra no *Master* e outro no *Slave*. Estes registradores estão conectados em anel. Os dados geralmente são deslocados a partir do primeiro *bit* mais significativo para o menos significativo no mesmo registrador. Após a transmissão dos dados, ocorrerá a atualização de valores armazenados nos *buffers* do *Master* e do *Slave*. Cada dispositivo trata o pacote recebido como que desejar, armazenando-os numa memória, por exemplo. Se houverem mais dados a serem transmitidos, os processos irão ser reiniciados (WIKIPÉDIA, 2012b).

A transmissão pode ocorrer com qualquer número de ciclos de *Clock*. Caso não haja mais dados para serem transmitidos, o *Master* deverá parar de alternar seu sinal no SCK e em seguida deve desabilitar o *Slave*.

## 2.2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SPI

### 2.2.2.1 VANTAGENS

- Comunicação *full duplex*.

- Apresenta uma taxa de transmissão pelo menos duas vezes maior que as realizadas por I<sup>2</sup>C - *Inter Integrated Circuit* ou SMBus - *System Management Bus*, pois estes protocolos são *half duplex*. (WIKIPÉDIA, 2012b).

- Apresenta protocolo de transferência de dados flexível, ou seja, não fica limitado a palavras de 8 *bits* e pode determinar o tamanho da mensagem, conteúdo e finalidade.

- Apresenta uma interface de *hardware* extremamente simples, ou seja, utiliza menos energia do que o I<sup>2</sup>C ou SMBus devido ao uso de menos circuitos, também não arbitra ou associa modos de falhas, os *Slaves* utilizam o *Clock* do *Master* e não é necessário usar osciladores de precisão. Também não é necessário o uso de transceptores e os *Slaves* não necessitam ter um único endereço como o I<sup>2</sup>C.

- É utilizado no máximo um sinal de barramento exclusivo por *Slave* (CSN), todos os outros são compartilhados.

- Os sinais são unidirecionais os que permitem isolamento galvânico (WIKIPÉDIA, 2012b).

#### 2.2.2.2 DESVANTAGENS

- Como não apresenta faixa de endereçamento, sinais de desligamento CSN são obrigatórios nos barramentos comuns.

- Não apresenta nenhum hardware para controle de fluxo do *Slave*.

- Não reconhecimento do *Slave*.

- Suporta somente um dispositivo *Master*.

- Não apresenta nenhum protocolo de verificação de erros definida.

- Pode causar picos de ruído devido à comunicação defeituosos como interferências eletromagnéticas.

- Não apresenta um padrão formal o que impede de validar a conformidade.

- Trabalha apenas com curtas distâncias da ordem de 10 metros ou menos.

### 2.3 MICROCONTROLADORES

Um microcontrolador é um pequeno computador embutido num *chip*. Ele normalmente contém um processador, memória e periféricos de entrada /saída. Os microcontroladores são microprocessadores que podem ser programados para

funções específicas e normalmente são embarcados no interior de algum dispositivo para poderem controlar funções ou ações deste (WIKIPÉDIA, 2012c).

Os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos que há num microprocessador de uso geral como os utilizados nos PCs, eles integram elementos adicionais em sua estrutura interna, como memória de leitura e escrita para armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, EEPROM para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores ADC, DAC e interfaces de entrada e saída de dados.

O seu consumo é de alguns miliwatts e possuem a capacidade de trabalhar no modo de espera, chamado *sleep* ou *wait*, em que ele fica aguardando por uma interrupção ou algum evento externo.

### 2.3.1 HISTÓRICO DOS MICROCONTROLADORES

O primeiro microprocessador de um chip somente foi a Intel 4004 que foi lançado em 1971 e trabalhava com 4 bits. Ao longo dos anos, outros microprocessadores foram surgindo como a Intel 8008. Entretanto, ambos necessitavam de *chips* externos, o que elevava consideravelmente os custos (WIKIPÉDIA, 2012c).

Os engenheiros Gary Boone e Michael Cochran do Smithsonian Institution criaram o primeiro microcontrolador em 1971, o TMS 1000.

Em 1977, foi lançado o Intel 8048, que foi otimizado para aplicações de controle. Nele foram combinadas memórias RAM e ROM, no mesmo *chip*.

Até 1993, a maioria dos microcontroladores usavam duas variantes: ou usavam memórias de programa apagáveis como EPROM ou PROM. Já a partir de 1993, começaram a serem utilizadas memórias EEPROM que podiam ser apagadas rapidamente e também neste ano a Atmel lançou o seu microcontrolador usando memória *flash*.(16).

### 2.3.2 APLICAÇÕES

Microcontroladores são geralmente utilizados em automação e controle de equipamentos e periféricos, como sistemas de controle de motores automotivos,

controles remotos, máquinas de escritório e residenciais, brinquedos, sistemas de supervisão entre outros.

Os microcontroladores são uma alternativa eficiente, pois podem controlar muitos processos e aplicações com a facilidade de possuírem tamanhos reduzidos, custo e consumos de energia baixos.

### 2.3.3 PARTES DE UM MICROCONTROLADOR

Um microcontrolador é um único circuito integrado, que contém geralmente os seguintes recursos:

- Possui uma unidade central de processamento que varia de pequenos e simples processadores de 4 *bits* de largura de dados até complexos processadores de 32 e 64 *bits*.
- Possuem memória volátil (RAM) para armazenamento de dados.
- Possuem ou memória ROM, EPROM, EEPROM ou memória *flash* para programas e armazenamento de parâmetros de funcionamento.
- Entrada e saída de *bits* de forma discreta, que permite o controle ou a detecção do estado lógico sejam de um pino individualmente ou de um pacote.
- Podem possuir portas seriais (UARTs) tanto para entrada como para saída.
- Podem possuir outras formas de comunicação em série como I<sup>2</sup>C, SPI para interconexão de sistemas.
- Possuem periféricos como temporizadores, contadores, PWM - *Pulse Width Modulation*.
- Possuem geradores de *Clock*, em que muitas vezes são usados cristais de quartzo.
- A maioria dos microcontroladores possuem conversores analógicos para digital, e alguns possuem conversores digitais para analógico.

### 2.3.4 TIPOS DE MICROCONTROLADORES MAIS COMUNS NO MERCADO

De 2008 até os dias atuais, surgiu um número muito grande de arquiteturas de microcontroladores e fornecedores, como:

- ARM core.
- Atmel AVR (8bits), AVR32 (32 bits) e AT91SAM (32-bit).

- Cypress Semiconductor
- Freescale ColdFire (32-bit) e S08 (8bits).
- Freescale 68HC11 (8 bits).
- Intel 8051
- Infineon: 8, 16 e 32 Bit
- MIPS
- Microchip Technology PIC
- PIC16, PIC18 são de 8 bits;
- dsPIC33, PIC24 são de 16 bits;
- PIC32 é de 32 bits;
- NXP Semiconductors
- LPC1000, LPC2000, LPC3000, LPC4000 (32-bit), LPC900, LPC700 (8bits).
- Parallax Propeller
- STMicroelectronics STM8 (8bits), ST10 (16-bit) e STM32 (32-bit)
- Texas Instruments TI MSP430 (16-bit).

## 2.4 TECNOLOGIA RFID

Identificação por radiofrequência ou RFID é um método de identificação automática através de sinais de rádio, que recupera e armazena dados remotamente através de dispositivos denominados etiquetas ou *tags* RFID (WIKIPÉDIA, 2012d).

Uma etiqueta ou também chamado de “*tag* RFID” é um transponder, que é um objeto de tamanho reduzido que pode ser acoplado a uma pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto, dentre outros. Eles contêm *chips* de silício e antenas que permitem responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora.

Além das etiquetas passivas, que respondem ao sinal enviado pela base transmissora, existem ainda as etiquetas semi-passivas e as ativas, dotadas de bateria, que permite enviar o próprio sinal.

### 2.4.1 HISTORICO DOS RFID

A tecnologia de RFID tem suas raízes nos sistemas de radares utilizados na 2ª Guerra Mundial. Os alemães, ingleses, americanos e japoneses usavam radares para gerar avisos com antecedência quando estavam ainda bem distantes.

Entretanto, o problema era identificar quem era inimigo e quem era o aliado (WIKIPÉDIA, 2012d).

Neste período, os ingleses desenvolveram o primeiro identificador, que consistia em colocar um transmissor em cada avião britânico. Quando estes transmissores recebiam sinais de rádio do solo, eles transmitiam a resposta, possibilitando aos ingleses, desse modo, a identificação de seus próprios aviões. Os RFID funcionam com o mesmo princípio básico. Um sinal é enviado a um transponder, o qual é ativado e reflete de volta o sinal (sistema passivo) ou transmite seu próprio sinal (sistemas ativos) (WIKIPÉDIA, 2012d).

Nas décadas de 50 e 60, cientistas e acadêmicos dos Estados Unidos, Europa e Japão realizaram pesquisas e apresentaram estudos explicando como a RF poderia ser utilizada para identificar objetos remotamente (WIKIPÉDIA, 2012d).

As primeiras patentes surgiram no ano de 1973, neste ano foi requerida a patente para uma etiqueta ativa de RFID e por um transponder passivo que tinha a função de destravar uma porta sem a utilização de uma chave (WIKIPÉDIA, 2012d).

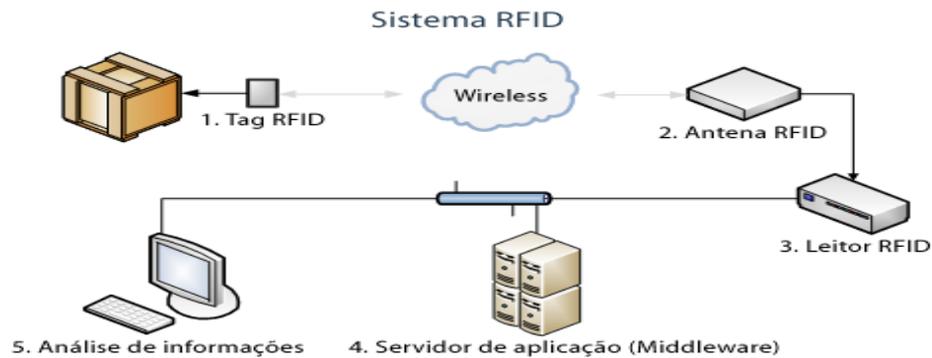
#### **2.4.2 SISTEMA RFID**

Um sistema RFID consiste basicamente de três componentes: uma antena ou bobina, um transceptor que contenha um decodificador e um transponder (*tag*) que é eletronicamente programado com alguma informação.

A antena ou bobina fica emitindo sinais para ativar o transponder, ler e escrever dados. A antena é o elemento usado para a aquisição de dados e comunicação do sistema entre a *tag* e o transceptor. Ela pode ter várias formas e tamanhos e pode ser instalada em qualquer lugar que se deseja monitorar.

Normalmente, a antena é embalada com o transceptor e o decodificador para se tornar um leitor. O leitor pode emitir ondas de rádio com alcances variados que depende da *tag* e do leitor. Quando a *tag* passa pelo campo eletromagnético, o sinal de ativação do leitor é detectado e, após isso, o leitor decodifica as informações do circuito integrado presente na *tag*, permitindo que as informações possam ser trabalhadas e processadas por um microcontrolador.

A figura 2 representa um sistema que representa um sistema RFID.



**Figura 2: Sistema RFID.**

Fonte: <http://oneti.com.br/rfid/>

### 2.4.3 CLASSIFICAÇÃO DAS TAGS RFID

As *tags* RFID são classificadas como ativas ou passivas. As *tags* ativas são aquelas que são alimentadas por uma bateria interna e são usadas para leitura e gravação. Os dados deste tipo de *tag* podem ser escritos e modificados conforme a necessidade. Elas conseguem operar com memórias na faixa de 1 MB e podem ser lidas até a distância de 10 metros do leitor. As desvantagens deste modelo de *tags* é que eles possuem formas maiores, um custo elevado e devido à bateria, uma vida útil de poucos anos (WIKIPÉDIA, 2012d).

Já as *tags* passivas operam sem nenhuma fonte de alimentação externa e funcionam quando passam pelo campo eletromagnético emitido pelo leitor. Elas podem ser usadas tanto para leitura como para leitura e gravação. As *tags* passivas apresentam a vantagem de que são pequenas e leves, tem um custo baixo e uma vida operacional ilimitada. A desvantagem de usar este tipo de *tag* é que elas têm um alcance menor comparada com as ativas e exigem que o leitor tenha uma potência maior para realizar as leituras. (WIKIPÉDIA, 2012d).

### 2.4.4 FAIXA DE FREQUÊNCIA DE OPERAÇÃO

Os sistemas de RFID podem trabalhar em duas faixas de frequência:

A primeira faixa de operação esta relacionado com sistemas que trabalham com frequências da ordem de 30 a 500 kHz. Sistemas nesta faixa são usados para trabalhar em distâncias curtas e com baixo custo como controle de acesso, localização e identificação (WIKIPÉDIA, 2012d).

A segunda faixa de operação esta relacionado com sistemas que trabalham com frequências da ordem de 850 a 950 MHz e 2,4 a 2,5 GHz. Sistemas nesta faixa

são usados para trabalhar em distâncias longas e em alta velocidade. Eles são empregados normalmente para leituras de *tags* presentes em veículos em movimento que passam por praças de pedágios.

#### **2.4.5 APLICAÇÕES**

Os sistemas RFID podem ser utilizados para várias aplicações como na área hospitalar para etiquetar remédios, equipamentos e funcionários do hospital proporcionando uma administração automática mais segura e com menos erros. Esse sistema pode ser usado em veículos para agilizar e facilitar o pagamento de pedágios e estacionamento de *shoppings*. Também em implantes humanos para monitorar o acesso a determinados lugares, por exemplo.

Eles podem ser usados na área industrial, comercial, em bibliotecas, para segurança, identificação de animais e manutenção de arquivos e relatórios mais eficientes de um estoque.

### **2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS**

Para desenvolver o SIRA, houve a necessidade de se utilizar e integrar conhecimentos teóricos de diversas áreas relacionadas à comunicação sem fio, microcontroladores, aquisição e tratamento de dados, etc. Com os estudos conduzidos foi possível compreender o funcionamento dos sistemas de RFID, avaliar os diferentes sistemas de comunicação sem fios disponíveis, selecionar o melhor microcontrolador para ser utilizado no projeto, entre outras ações tomadas.

Além disso, o estudo teórico proporcionou conhecimento a respeito de como se dá a comunicação SPI, a função de cada via entre o *Master* e o *Slave*, as aplicações mais relevantes e quais as suas vantagens e desvantagens.

Logo, com os estudos, foi possível realizar o levantamento de todas as informações necessárias para desenvolver o SIRA evitando conflitos e incompatibilidades na elaboração do projeto.

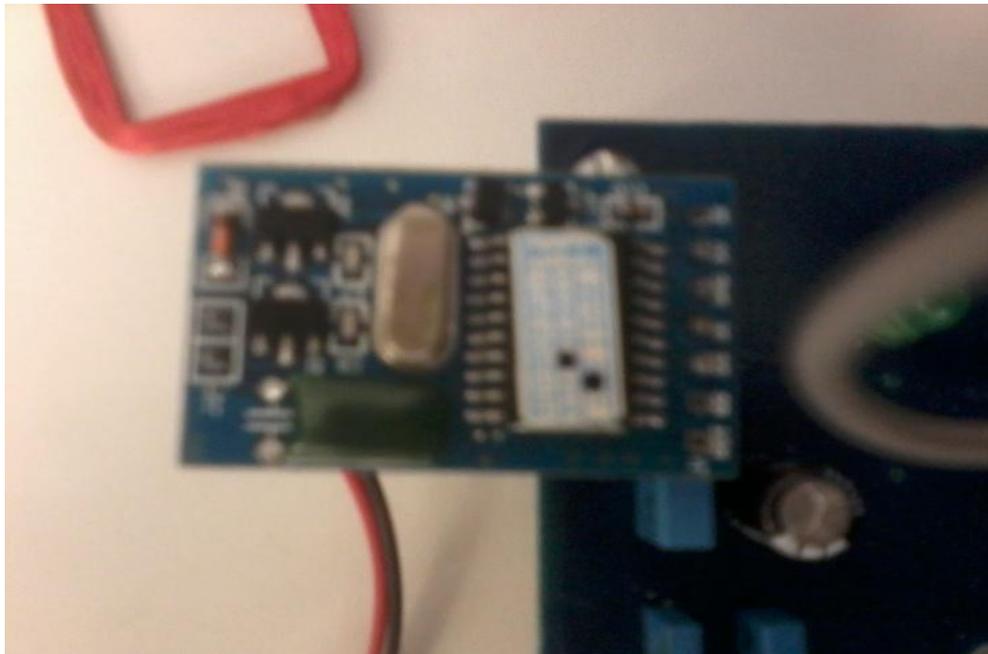
## CAPÍTULO 3

Neste capítulo será demonstrada a base técnica necessária para o desenvolvimento do SIRA, ou seja, será explicado o funcionamento dos módulos que compõem o projeto. Primeiramente, será abordado o funcionamento e as características do leitor de RFID que foi selecionado. Segundo, será explicado o funcionamento do *kit* MSP430 *Launchpad*. Em seguida, será explicado o funcionamento dos módulos de transmissão e recepção.

### 3.1 LEITOR DE TAGS

O leitor de tags que está sendo utilizado para o desenvolvimento do SIRA é o YET-125K-W. Para o seu funcionamento, ele deve ser alimentado com uma tensão de 5 Volts e aterrado ao circuito que processará os dados que ele disponibilizar.

As informações decodificadas por este leitor são disponibilizadas no pino D0, sem a necessidade do envio de qualquer sinal de controle para início de comunicação.



**Figura 3: Leitor YET-125K-W**

**Fonte: autoria própria**

### 3.1.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO YET-125K-W

O Leitor de *tags* utiliza como antena uma bobina que possui uma indutância de 490  $\mu\text{H}$ . A tensão de trabalho para o adequado funcionamento do leitor deve ser de 5 Volts com variação máxima de  $\pm 5\%$ . Sua corrente de trabalho é de 40 mA e a interface de saída dos dados é do tipo TTL232. O módulo trabalha na faixa de temperatura de -15 a 50 graus Celsius.

### 3.1.2 INTERFACE TTL232

A interface TTL232 consiste num formato típico de 10 ou 11 *bits*. Caso seja necessária mais precisão da transmissão, é utilizado um *bit* extra, que é o *bit* denominado de paridade.

Este formato é composto por um *start bit*, representando o início de transmissão, que deve ter nível lógico igual à zero e por um *bit* de fim de transmissão chamado *stop bit*, que deve ter nível lógico igual a 1. Entre estes dois *bits* é enviado a mensagem com 8 *bits* de comprimento em que o primeiro *bit* logo após o *start bit* é o *bit* LSB e o último *bit* logo antes do *stop bit* é o *bit* MSB.

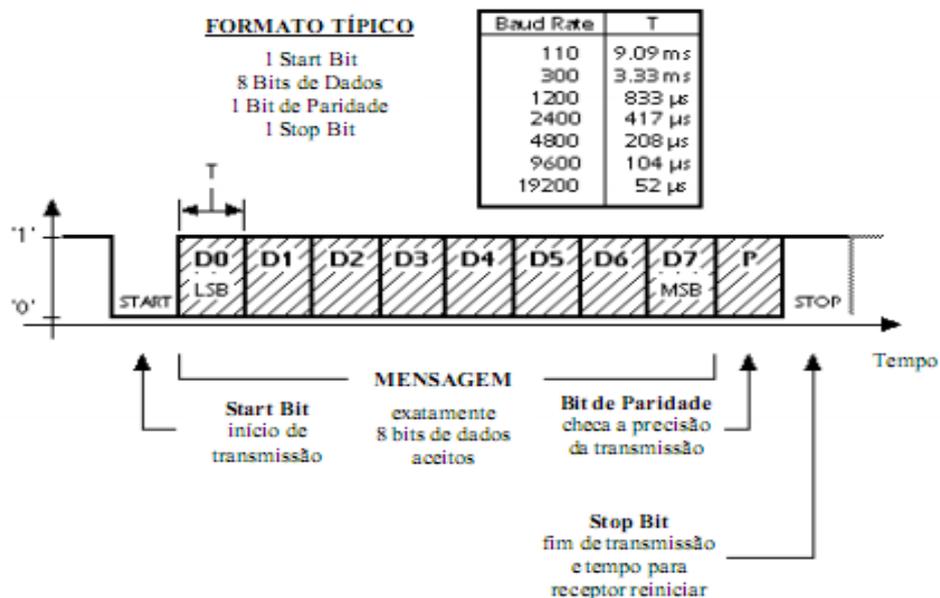


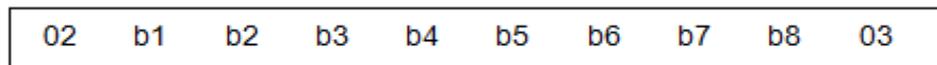
Figura 4: Interface TTL232

Fonte: [http://www.capriconsultorios.com/Aula4-Comun\\_serial.pdf](http://www.capriconsultorios.com/Aula4-Comun_serial.pdf)

Na figura 4, D0 a D7 corresponde à mensagem transmitida em que cada um deles corresponde a um *bit* e todo o pacote corresponde a um *byte*.

### 3.1.3 FORMATO DE SAÍDA DOS DADOS DO YET-125K-W

O leitor, após a execução de cada leitura, disponibilizará no pino de transmissão D0 os dados armazenados nas tags. Estes dados terão o seguinte formato:



**Figura 5: Dados armazenados nas tags**

Fonte: autoria própria

Em que “02”, “03” e as variações de b1 a b8 correspondem a *bytes*, ou seja, cada *tag* possui 10 *bytes* de informação gravados dentro de si. Os *bytes* “02” e “03” são fixos, indicando início e fim do pacote, e o restante deve ser um conjunto único de *bytes* para cada *tag*. Os *bytes* b1 a b8 são números representados no formato ASCII (TATO, 2012).

## 3.2 MSP LAUNCHPAD

O MSP-EXP430G2 é uma placa de custo baixo na ordem de 10 dólares que possui uma solução de desenvolvimento para trabalhar com microcontroladores da série MSP430G2XX da *Texas Instruments*. Este *kit* dispõe de um emulador baseado em USB - *Universal Serial Bus*, integrado que proporciona os requisitos de interface necessários para o desenvolvimento de aplicações em microcontroladores da série MSP430G2XX. A placa possui um soquete do tipo DIP, que suporta até 20 pinos, a qual permite conexão de dispositivos MSP430 (TEXAS INSTRUMENTS, 2012a).

O *kit* também oferece uma ferramenta para emulação que permite interface direta a um PC para posterior programação, depuração e avaliação. Além disso, a interface USB permite uma conexão de transmissão serial com *baudrate* de 9600 bps entre o dispositivo MSP430G2XX e um computador ou outra placa de destino.

O MSP-EXP430G2 possui suporte para programação, *download* e *debug* tanto pelo software *IAR Embedded Workbench* como pelo *Code Composer Studio*.

O depurador destes softwares é discreto, ou seja, ele permite que o usuário possa executar alguma aplicação na velocidade máxima do controlador, mesmo com pontos de interrupção (*breakpoints*) (TEXAS INSTRUMENTS, 2012a).

### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DO MSP-EX430G2 LAUNCHPAD

- Apresenta interface USB para programação e depuração com a instalação de *drivers* e aplicativos UART para realização de comunicação serial com taxa de transmissão de 9600 bps.
- Suporta todos os dispositivos MSP430G2XX e MSP430F20XX de 14 ou 20 pinos.
- Apresenta dois leds - *light emitting diode*, de uso geral conectados a pinos de entrada e saída.
- Apresenta dois botões do tipo *push-bottom* em que um é usado para *reset* e outro é reservado para o usuário.
- Apresenta pinos de entrada e saída facilmente acessíveis, tanto para depuração como para serem conectados a outras placas externas.
- Apresenta um soquete do tipo DIP com 20 pinos para fácil encaixe ou remoção do equipamento (TEXAS INSTRUMENTS, 2012a).



Figura 6: kit EX430G2 LAUNCHPAD

Fonte: autoria própria

## 3.3 MSP430G2553

Para o desenvolvimento do SIRA, foi utilizado o MSP430G2553 que pertence à família de microcontroladores MSP430 de ultra baixa potência da *Texas Instruments* desenvolvido para ser composto por vários periféricos que realizam uma vasta gama de funcionalidades, permitindo a utilização para várias aplicações.

O MSP430G2553 possui uma poderosa CPU do tipo RISC - *Reduced Instruction Set Computing*, de 16 *bits* trabalhando com registradores de 16 *bits* e um fornecimento de corrente constante, contribuindo para a eficiência máxima do código.

O DCO presente neste microcontrolador permite a mudança de modos configuráveis de baixa potência para o modo ativo em menos de um micro segundo.

### 3.3.1 CARACTERÍSTICAS DO MSP430G2553

O MSP430G2553 apresenta as seguintes características:

- É um microcontrolador de baixo consumo de 16 *bits*.
- Apresenta 8 canais de 10 *bits* para conversão analógico para digital.
- Apresenta um comparador para sinal analógico
- Pinos de entrada e saída habilitados.
- Interfaces UART.
- 16 kB de memória *flash*.
- 512 *bytes* de memória RAM.
- Apresenta 2 *timers* (TEXAS INSTRUMENTS, 2012b).

### 3.3.2 PINAGEM DO MSP430G2553

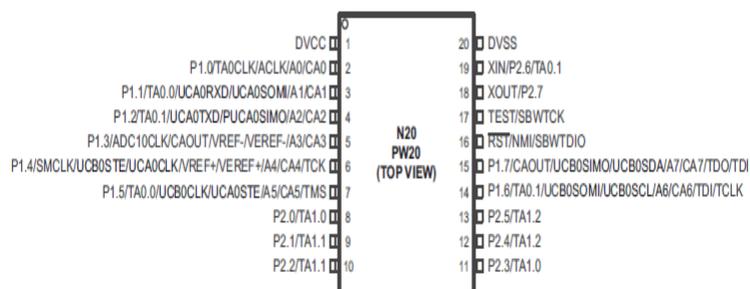


Figura 7: Pinagem do MSP430G2553

Fonte: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430g2553.pdf>

### 3.3.3 FUNÇÕES DOS PINOS DO MSP430G2553

Tabela 1: Funções dos pinos do MSP430G2553

(continua)

NAME	TERMINAL			I/O	DESCRIPTION
	NO.				
	PW20, N20	PW28	RHB32		
P1.0/ TA0CLK/ ACLK/ A0 CA0	2	2	31	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, clock signal TACLK Input ACLK signal output ADC10 analog input A0 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA0 Input
P1.1/ TA0.0/ UCA0RXD/ UCA0SOMI/ A1/ CA1	3	3	1	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, capture: CCI0A Input, compare: Out0 output / BSL transmit USCI_A0 receive data Input in UART mode, USCI_A0 slave data out/master in SPI mode ADC10 analog input A1 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA1 Input
P1.2/ TA0.1/ UCA0TXD/ UCA0SIMO/ A2/ CA2	4	4	2	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, capture: CCI1A Input, compare: Out1 output USCI_A0 transmit data output in UART mode, USCI_A0 slave data in/master out in SPI mode, ADC10 analog input A2 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA2 Input
P1.3/ ADC10CLK/ A3/ VREF-/VEREF-/ CA3/ CAOUT	5	5	3	I/O	General-purpose digital I/O pin ADC10, conversion clock output <sup>(1)</sup> ADC10 analog input A3 <sup>(1)</sup> ADC10 negative reference voltage <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA3 Input Comparator_A+, output
P1.4/ SMCLK/ UCB0STE/ UCA0CLK/ A4/ VREF+/VEREF+/ CA4/ TCK	6	6	4	I/O	General-purpose digital I/O pin SMCLK signal output USCI_B0 slave transmit enable USCI_A0 clock input/output ADC10 analog input A4 <sup>(1)</sup> ADC10 positive reference voltage <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA4 Input JTAG test clock, Input terminal for device programming and test
P1.5/ TA0.0/ UCB0CLK/ UCA0STE/ A5/ CA5/ TMS	7	7	5	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, compare: Out0 output / BSL receive USCI_B0 clock input/output, USCI_A0 slave transmit enable ADC10 analog input A5 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA5 Input JTAG test mode select, Input terminal for device programming and test

(continua)

NAME	TERMINAL			I/O	DESCRIPTION
	NO.				
	PW20, N20	PW28	RHB32		
P1.6/ TA0.1/ A6/ CA6/ UCB0SOMI/ UCB0SCL/ TDI/TCLK	14	22	21	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, compare: Out1 output ADC10 analog input A6 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA6 Input USCI_B0 slave out/master in SPI mode, USCI_B0 SCL I2C clock in I2C mode JTAG test data input or test clock input during programming and test
P1.7/ A7/ CA7/ CAOUT/ UCB0SIMO/ UCB0SDA/ TDO/TDI	15	23	22	I/O	General-purpose digital I/O pin ADC10 analog input A7 <sup>(1)</sup> Comparator_A+, CA7 Input Comparator_A+, output USCI_B0 slave in/master out in SPI mode USCI_B0 SDA I2C data in I2C mode JTAG test data output terminal or test data input during programming and test <sup>(2)</sup>
P2.0/ TA1.0	8	10	9	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC10A input, compare: Out0 output
P2.1/ TA1.1	9	11	10	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC11A input, compare: Out1 output
P2.2/ TA1.1	10	12	11	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC11B input, compare: Out1 output
P2.3/ TA1.0	11	16	15	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC10B input, compare: Out0 output
P2.4/ TA1.2	12	17	16	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC12A input, compare: Out2 output
P2.5/ TA1.2	13	18	17	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, capture: CC12B input, compare: Out2 output
XIN/ P2.6/ TA0.1	19	27	26	I/O	Input terminal of crystal oscillator General-purpose digital I/O pin Timer0_A, compare: Out1 output
XOUT/ P2.7	18	26	25	I/O	Output terminal of crystal oscillator <sup>(3)</sup> General-purpose digital I/O pin
P3.0/ TA0.2	-	9	7	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer0_A, capture: CC12A input, compare: Out2 output
P3.1/ TA1.0	-	8	6	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, compare: Out0 output
P3.2/ TA1.1	-	13	12	I/O	General-purpose digital I/O pin Timer1_A, compare: Out1 output
P3.3/ TA1.2	-	14	13	I/O	General-purpose digital I/O Timer1_A, compare: Out2 output
P3.4/ TA0.0	-	15	14	I/O	General-purpose digital I/O Timer0_A, compare: Out0 output

(conclusão)

NAME	TERMINAL			I/O	DESCRIPTION
	PW20, N20	PW28	RHB32		
P3.5/ TA0.1	-	19	18	I/O	General-purpose digital I/O Timer0_A, compare: Out1 output
P3.6/ TA0.2	-	20	19	I/O	General-purpose digital I/O Timer0_A, compare: Out2 output
P3.7/ TA1CLK/ CAOUT	-	21	20	I/O	General-purpose digital I/O Timer1_A, clock signal TACLK input Comparator_A+, output
RST/ NMI/ SBWTDIO	16	24	23	I	Reset Nonmaskable Interrupt Input Spy-BI-Wire test data Input/output during programming and test
TEST/ SBWTCK	17	25	24	I	Selects test mode for JTAG pins on Port 1. The device protection fuse is connected to TEST. Spy-BI-Wire test clock Input during programming and test
AVCC	NA	NA	29	NA	Analog supply voltage
DVCC	1	1	30	NA	Digital supply voltage
DVSS	20	28	27, 28	NA	Ground reference
NC	NA	NA	8, 32	NA	Not connected
QFN Pad	NA	NA	Pad	NA	QFN package pad. Connection to VSS is recommended.

Fonte: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430g2553.pdf>

### 3.3.4 DIAGRAMA FUNCIONAL DO MSP430G2553

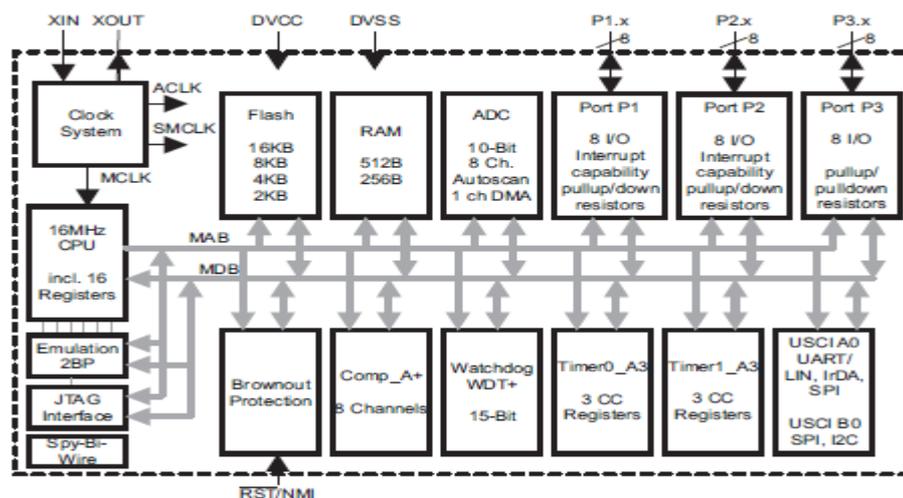


Figura 8: Diagrama funcional do MSP430G2553

Fonte: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430g2553.pdf>

### 3.4 MÓDULO DE TRANSMISSÃO RF-2400

O módulo de transmissão RF-2400 é utilizado para transmissão e recepção de radio frequências. Este módulo contém em seu pacote um *chip* BK2421 e um circuito periférico que se comunica diretamente com o microcontrolador utilizando protocolo SPI sem nenhum circuito externo adicional. Ele possui excelente desempenho em relação a outros protocolos de comunicação de RF, na faixa de frequência de 2,4 GHz.

Este transmissor possui capacidade anti-interferência, baixo consumo de energia e tamanho reduzido. Alcança velocidades de transmissão sem fio de até 2 Mbps com consumo de energia muito baixo. Quando funciona como receptor, ele consome correntes da ordem de 17 mA. Apresenta recurso para detecção de interferência que pode ser definido por software.

#### 3.4.1 CARACTERÍSTICAS DO RF-2400

- A série RF-2400 apresenta três modelos, que são RF-2400W, RF-2400P e RF-2400-V03.
- Apresenta uma banda de operação que varia de 2,4 a 2,4835 GHz.
- Apresenta uma taxa de transferência que varia de 1 Mbps a 2 Mbps.
- Apresenta quatro valores de saída de potência da antena nos valores de -10 dBm, -5 dBm, 0 dBm e 5 dBm.
- O tamanho do pacote de dados que pode ser recebido ou transmitido pode variar de 1 a 32 *bytes*.
- Apresenta seis armazenadores de dados que podem trabalhar com 1 a 6 equipamentos ligados em estrela.
- Pode funcionar com alimentação entre 1,9 Volts a 3,6 Volts.
- Trabalha com comunicação SPI com *Clock* máximo de 8 MHz.
- Adota modulação GFSK - *Gaussian Frequency-Shift Keying*, que melhora significativamente a sensibilidade do *chip*.
- O modo de transmissão consome 17 mA em 0 dBm.
- O modo de recepção consome 17 mA numa taxa de transferência de 1 Mbps.
- A distância máxima de transmissão pode variar de 20 a 50 metros (INHAOS, 2012).

### 3.4.2 ESTRUTURA FÍSICA DO RF-2400

Para o desenvolvimento do SIRA, foi utilizado o RF-2400P, na figura 9:

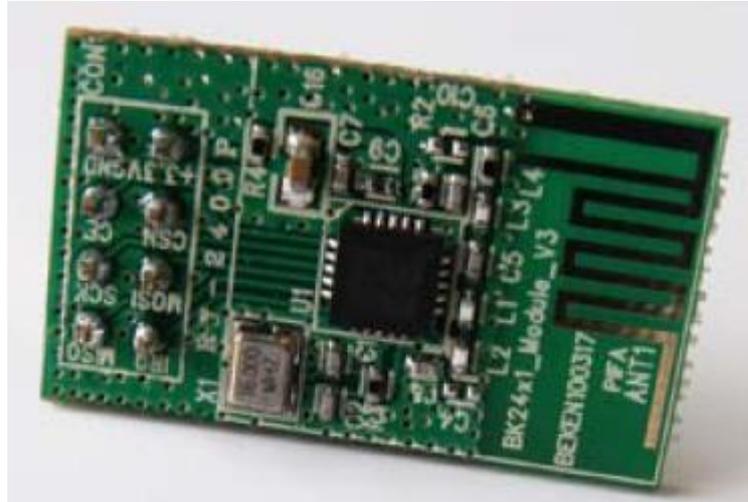


Figura 9: Estrutura física do RF-2400P  
Fonte: autoria própria

### 3.4.3 PINAGEM DO RF-2400P

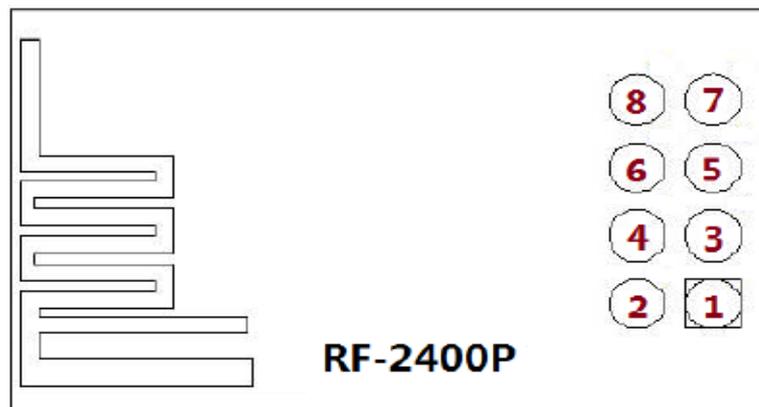


Figura 10: Pinagem do RF-2400P  
Fonte: <http://www.inhaos.com/uploadfile/otherpic/DS-RF2400-V11-EN.pdf>

No.	Nome	Descrição funcional
1	GND	Terra (0V)

2	VCC	Alimentação (1.9V a 3.6V)
3	CE	Chip Enable, ativa modos de RX/TX, ativo baixo
4	CSN	SPI Chip Select
5	SCK	SPI Clock
6	MOSI	Master Output, Slave Input
7	MISO	Master Input, Slave Output
8	IRQ	Pino de interrupção mascarável, ativo baixo

**Quadro 1 : Pinagem do RF-2400P**

Fonte: <http://www.inhaos.com/uploadfile/otherpic/DS-RF2400-V11-EN.pdf>

### 3.5 MÓDULO DE RECEPÇÃO RF-2410U

O módulo de recepção RF-2410U é utilizado para transmissão e recepção de informações sem fio e se baseia na estrutura dos módulos RF-2400 com algumas características particulares, como um compacto USB para facilitar o transporte de dados e gravação de *firmware*, encapsulamento do tipo SOB e presença de um microcontrolador do tipo C8051F321 internamente como unidade de controle principal, que precisa ser programado para efetuar a comunicação com a interface USB e com o *chip* BK2421, que é o que trata a recepção de dados via aérea. Este tipo de módulo apresenta custo de dois dólares e grandes vantagens para soluções de RF.

#### 3.5.1 CARACTERÍSTICAS DO RF-2410U

- O módulo RF-2410U adota o *chip* BK2421, para poder comunicar com qualquer um dos produtos da série RF-2400 e RF-2410.
- Utiliza o microcontrolador C8051F321, que tem 16 kB de memória *flash*, 1280 B de memória RAM e 25 MIPS.
- Utilização de USB para fácil portabilidade.
- Apresenta alto custo-benefício.

### 3.5.2 ESTRUTURA FÍSICA DO RF-2410U

Para o desenvolvimento do SIRA, foi utilizado o RF-2410U:



**Figura 11: Estrutura física do RF-2410U**

Fonte: autoria própria

### 3.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TÉCNICA

Para o desenvolvimento do SIRA, foi realizado um estudo técnico de cada módulo que compõem o projeto, como o leitor YET-125K-W, que disponibiliza no seu pino de transmissão D0 o registro de 10 *bytes* de informação de determinada *tag*; o microcontrolador MSP430G2553, funcionando dentro do *kit* de desenvolvimento MSP-EX430G2*LaunchPad*; os módulos RF-2400 e RF-2410 e seu funcionamento, com suas pinagens específicas e tipo de comunicação utilizada.

Com os estudos realizados, foi possível obter todas as informações necessárias para desenvolver o SIRA, para reduzir as fontes de erro na elaboração do projeto e proporcionar uma maneira confiável de processamento das informações em trânsito.

## CAPÍTULO 4

O presente capítulo tem por objetivo descrever a interação entre os dispositivos utilizados no desenvolvimento do projeto, bem como particularidades inerentes a cada um dos módulos.

Para atingir o objetivo do projeto, foi necessário o desenvolvimento de *firmwares* para um microcontrolador arquitetura 8051 presente no módulo RF2410U, para o microcontrolador arquitetura MSP430 e de um *software* no servidor para comunicação USB com módulo de recepção de sinal e comunicação com o banco de dados MS Access.

### 4.1 FLUXO DO SINAL

O sinal contendo o identificador de 8 *bytes* da *tag* RFID percorre os módulos do projeto segundo a descrição do diagrama a seguir:

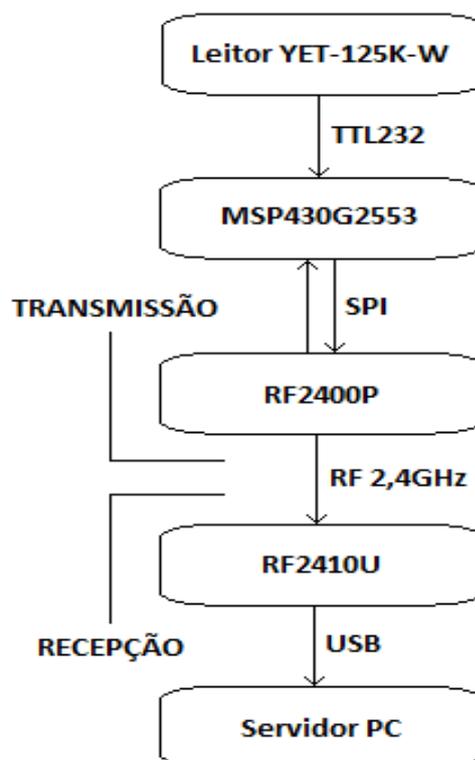


Figura 12: Fluxo do sinal no projeto  
Fonte: autoria própria

O transporte do identificador da *tag* é efetuado via protocolo TTL232 entre o módulo de aquisição e o MSP430, que executa o tratamento desse sinal, armazenando-o em um *buffer* de tamanho definido.

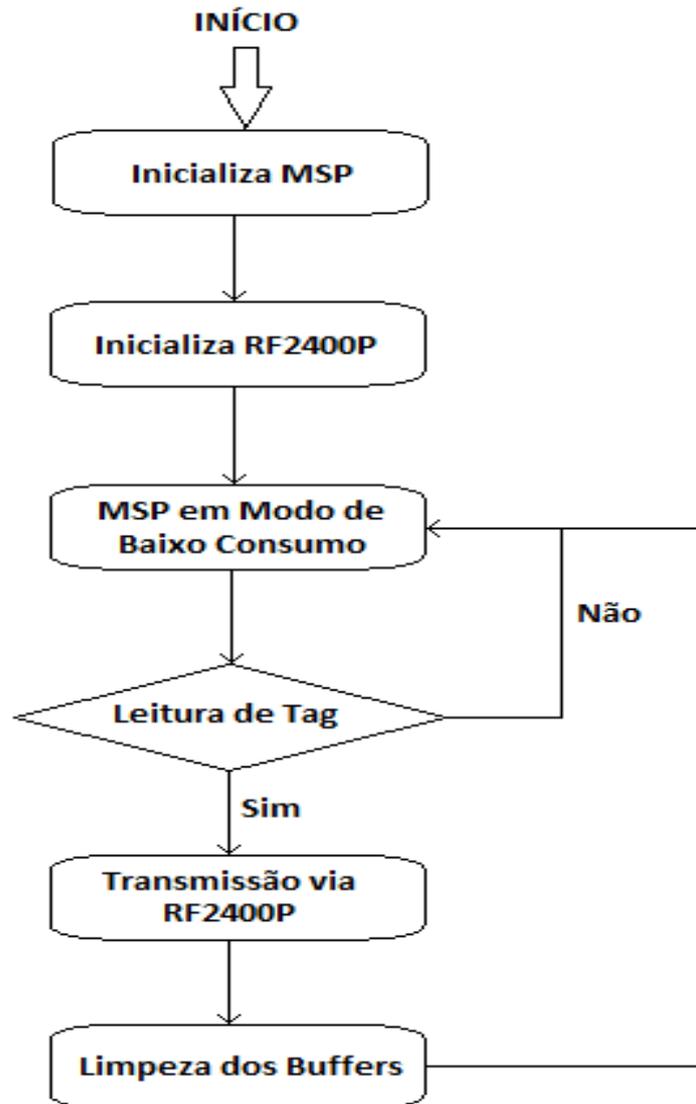
Uma vez detectado o dado íntegro em *buffer*, a rotina do MSP430 de envio via interface de RF é acionada. O módulo responsável pela transmissão é o RF2400P, que contém o transceptor BK2421 cujo protocolo de comunicação é o SPI.

Após percorrer o canal aéreo na frequência de 2,4 GHz, o sinal contendo o identificador do cartão lido é recebido pelo *chip* BK2421 do módulo RF2410U, que se comunica via SPI com o controlador 8051 interno do equipamento, de forma análoga a que ocorre no transmissor.

Uma vez armazenado esse dado, o controlador o envia para o *buffer* de recepção do módulo USB. Fica a cargo da rotina de comunicação do servidor resgatar o pacote em espera no *buffer* USB.

#### 4.2 TRANSMISSÃO

O sistema que compõe o bloco de transmissão do SIRA é formado pelo conjunto do leitor YET 125K-W, do microcontrolador MSP430G2553 e do módulo RF2400P. A rotina de controle desse bloco é demonstrada de forma simplificada na figura 13:



**Figura 13: Diagrama de execução da rotina de aquisição e transmissão**  
**Fonte: autoria própria**

Primeiramente, é feita a inicialização do sistema, começando pelos registradores que controlam o funcionamento do MSP430. Atribuindo-se valores a registradores específicos presentes na arquitetura do microcontrolador, é possível configurar a funcionalidade das Portas P1 e P2, velocidade de *Clock* da CPU, interrupções, *Timers*, etc. e adaptá-los a necessidade presente no SIRA, que inclui utilização de portas de comunicação serial para recebimento do dado enviado pelo leitor de *tags* e portas de entrada e saída para comunicação SPI entre o MSP430 e *chip* BK2421 presente no módulo RF-2400P.

Uma vez concluída a inicialização do microcontrolador, é iniciada a configuração dos registradores de controle e endereçamento do chip BK2421. Este pode ser considerado um dos pontos mais sensíveis do projeto, pois demanda estrita conformidade com a configuração do receptor para que haja uma efetiva comunicação, dada a dificuldade de se detectar possíveis erros em qualquer dos procedimentos do módulo.

A configuração do BK2421 dá-se com a escrita dos registradores BANK[0] e BANK[1], em especial do primeiro, que são responsáveis por definir o comportamento do sistema, como velocidade de transmissão, canal de transmissão (frequência), endereços de destino (até 6 endereços diferentes), tamanho de pacote (se dinâmico ou não), necessidade de confirmação de recebimento, entre outros.

Uma vez efetuada essa configuração, os módulos estão preparados para comunicar entre si. É a partir desse momento que o microcontrolador entra em um dos modos de baixo consumo configuráveis (no caso, LPM0), no qual desliga a CPU e o *Clock* principal enquanto aguarda o recebimento de dados via leitor de *tags*. Essa funcionalidade permite a economia de energia e uma maior autonomia de baterias que porventura venham a alimentar o sistema.

O programa, então, aguarda o recebimento do pacote contendo o identificador. Ao recebê-lo, este é armazenado na memória interna. A rotina de aquisição e armazenamento do dado evita registros fora de ordem e estouros de *buffer*, através de *flags* de final de leitura que, ao serem acionadas, protegem o dado armazenado.

Ao ser concluída a leitura e armazenamento, ocorre o acionamento automático da rotina de envio do dado para transmissão pelo ar, de acordo com o *setup* de configuração do *chip* BK2421, bastando para o envio o aviso ao *chip* da operação de transmissão de pacotes de dados e a efetiva transmissão dos mesmos, via SPI.

Após esse conjunto de operações, a memória utilizada é liberada para utilização em novo processo.

### 4.3 RECEPÇÃO

O bloco de recepção é composto pelo módulo RF-2410U, que contém um transceptor BK2421, e do PC servidor. A rotina de controle desse bloco é demonstrada de forma simplificada na figura 14:

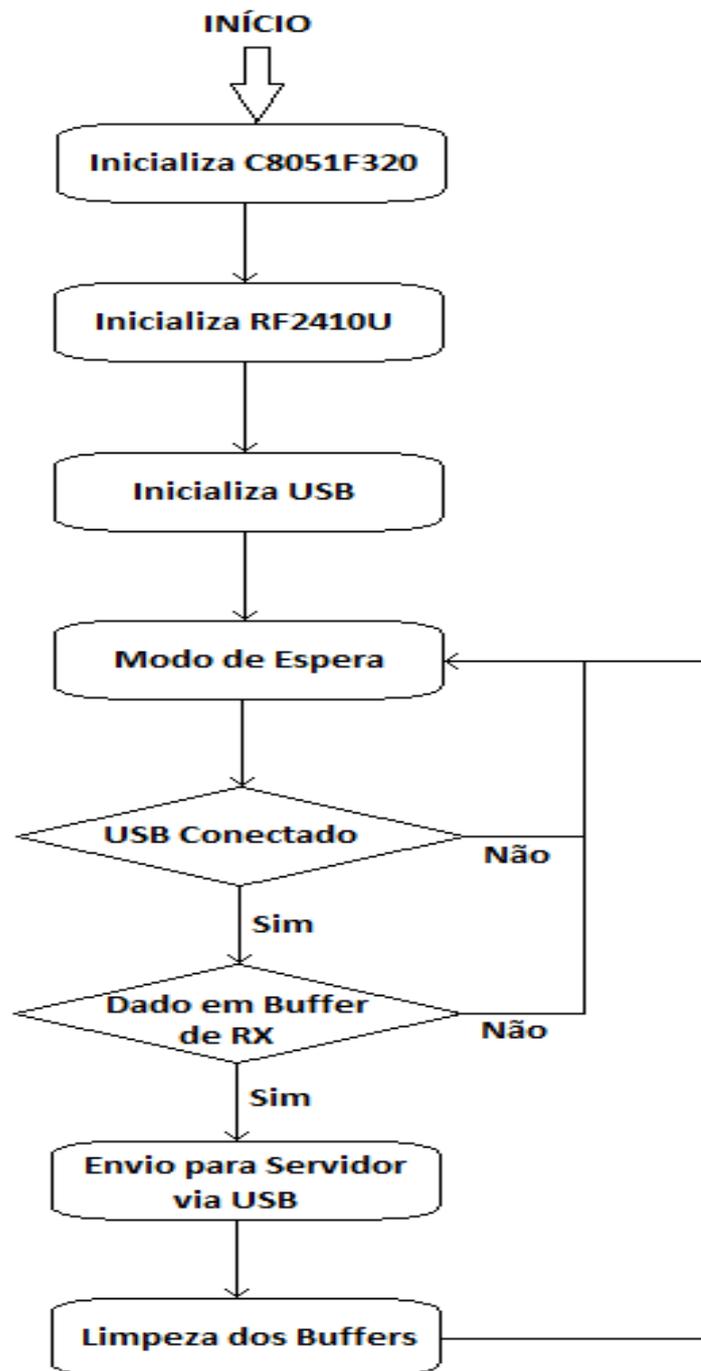


Figura 14: Diagrama de execução da rotina de recepção  
Fonte: autoria própria

No momento em que o módulo RF-2410U é energizado, ou seja, no momento em que há a conexão com a porta USB do PC, o Firmware gravado no 8051 interno inicia a execução e inicializa, num primeiro momento, os registradores de configuração dos *Ports*, *timers*, interrupções e periféricos de acordo com a necessidade e ligações internas (predeterminadas de fábrica).

Na sequência, de forma análoga ao que ocorre no MSP430, há a inicialização do *chip* BK2421 com o preenchimento dos registradores de configuração de acordo com o padrão de operação desejado. No caso do dispositivo receptor, é necessária a configuração de registradores e endereços específicos (os dispositivos podem trabalhar tanto como transmissor quanto como receptor).

A execução do programa procede com a inicialização do módulo de comunicação USB. Para programar essa interface, foram utilizadas as definições e funções contidas na biblioteca USBXpress, que permite a utilização de funções de interfaceamento entre o dispositivo (8051) e o USB e entre o *host* (PC) e o USB.

Tendo sido efetuada toda a configuração do sistema, o equipamento entra em modo de espera, verificando constantemente o funcionamento adequado da conexão USB e aguardando a entrada de dados pela via aérea, trabalhando exclusivamente como receptor.

Ao receber o identificador e feita a detecção de pacotes de dados no *buffer* de recepção do BK2421, o programa inicia o armazenamento na memória interna do controlador para executar a transmissão desse dado diretamente para o *buffer* do USB.

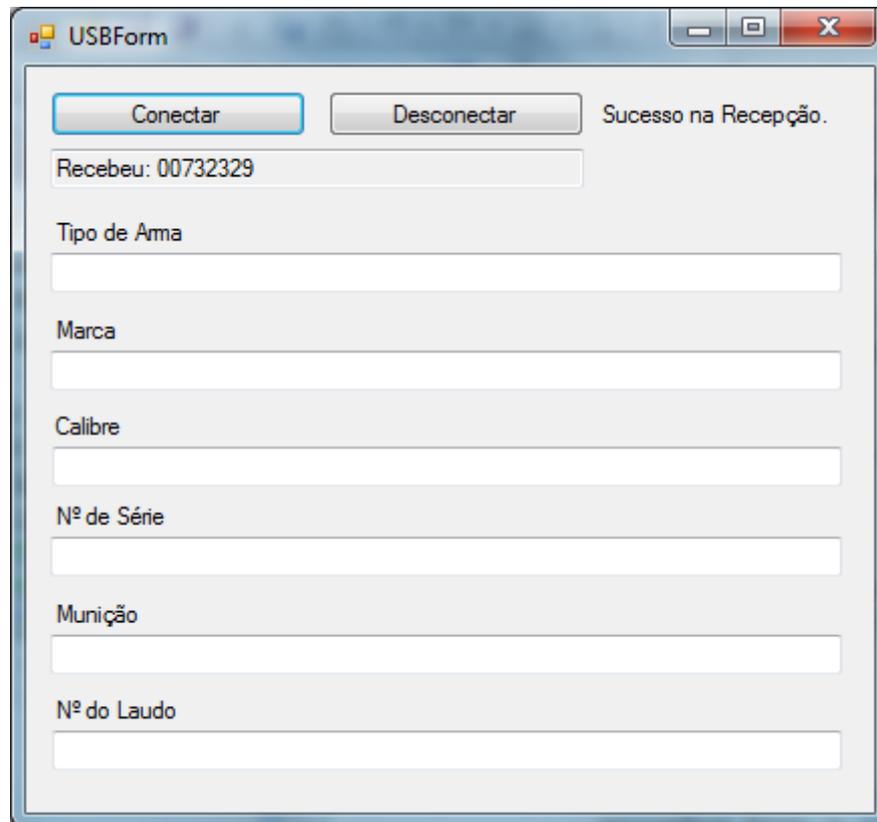
A memória, então, é liberada e o programa entra em modo de espera por nova recepção.

#### **4.4 SERVIDOR PC**

Como servidor de banco de dados e de tratamento do identificador recebido da leitura da *tag* foi utilizado um PC. Para tanto, foi desenvolvido um formulário na plataforma Windows programado em linguagem C#, que se encarrega de administrar a comunicação USB com o módulo RF-2410U através da biblioteca USBXpress e de realizar a adequada utilização do dado recebido, dependendo da aplicação a que se destina, sendo esta definida pelo usuário do sistema.

O ambiente de desenvolvimento selecionado foi o *Visual Studio 2008*, por apresentar facilidades de *design* e escrita do código.

O formulário desenvolvido possui o formato da figura 15:



**Figura 15: Formulário de conexão e pesquisa**  
**Fonte: autoria própria**

A princípio, o formulário encontra-se em modo de espera, sem executar nenhuma tarefa, nem mesmo iniciando a comunicação USB. Entretanto, ao ser selecionado o botão Conectar, a rotina de detecção e conexão do dispositivo USBXpress é iniciada e uma nova *Thread* é criada pelo sistema, a qual ficará encarregada da espera por um dado no *buffer* do dispositivo USB para armazenamento em memória.

Essa nova *Thread* será interrompida tão logo seja desfeita a conexão com o dispositivo USBXpress, através do botão Desconectar do formulário.

A *Thread* de espera por recepção de sinal detecta o pacote contendo o registro da *tag* no *buffer* do USB e o armazena em uma variável do tipo *string*

realizando as adaptações necessárias, uma vez que o formato desse registro é, por padrão, ASCII.

Tendo sido armazenado o dado, o programa inicia, então, a conexão com um banco de dados MS Access através de funções contidas em bibliotecas para interface formulário/banco de dados. Essa rotina faz a conferência da integridade do sinal recebido e a compara com os registros presentes no banco, selecionando a linha correspondente à *tag* lida na tabela armazenada. Ao concluir a comparação entre o dado entrante e o dado presente na tabela do banco, a rotina, por fim, realiza a escrita dos dados requisitados nos campos correspondentes do formulário, relacionando, portanto, a *tag* lida ao produto ao qual ela foi acoplada.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS**

Com a finalidade de produzir resultados eficazes e eficientes na leitura e correlação do dado registrado em todos os nós do sistema, foram desenvolvidos programas com sequência lógica bem definida trabalhando de forma sincronizada. A divisão e programação das etapas proporcionaram segurança e robustez para a comunicação.

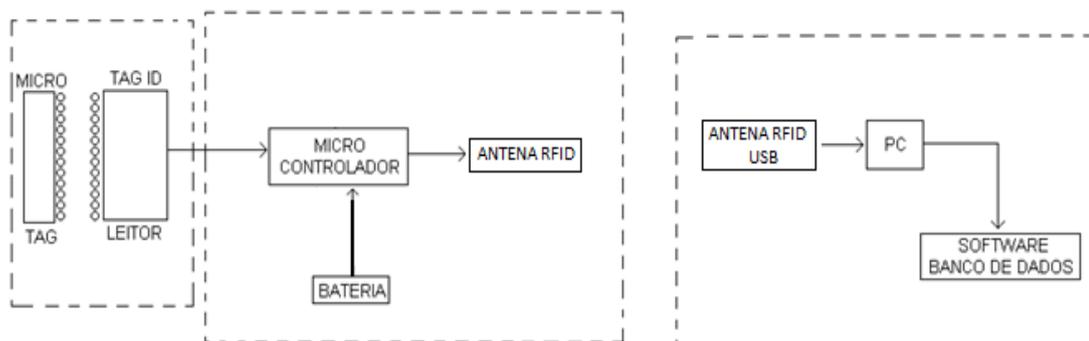
A forma de visualização do efeito direto da execução das tarefas – o preenchimento dos campos do formulário com a informação contida em banco de dados previamente preenchido – foi desenvolvida visando facilidade e afinidade para o usuário proceder com a leitura.

## CAPÍTULO 5

O presente capítulo tem por objetivo mostrar o funcionamento do SIRA, bem como os resultados alcançados com alguns testes realizados.

### 5.1 FUNCIONAMENTO DO SIRA

O SIRA é composto por praticamente três blocos, como na figura 16:



**Figura 16: Diagrama de blocos do SIRA**  
**Fonte: autoria própria**

O primeiro bloco consiste do leitor de *tags* YET-125K-W e cartões de RFID. Neste bloco, quando o cartão passa pela antena presente no leitor, faz com o leitor decodifique os dados presentes neste cartão e os reproduz no pino D0, estes dados correspondem a 10 *bytes* de informação.

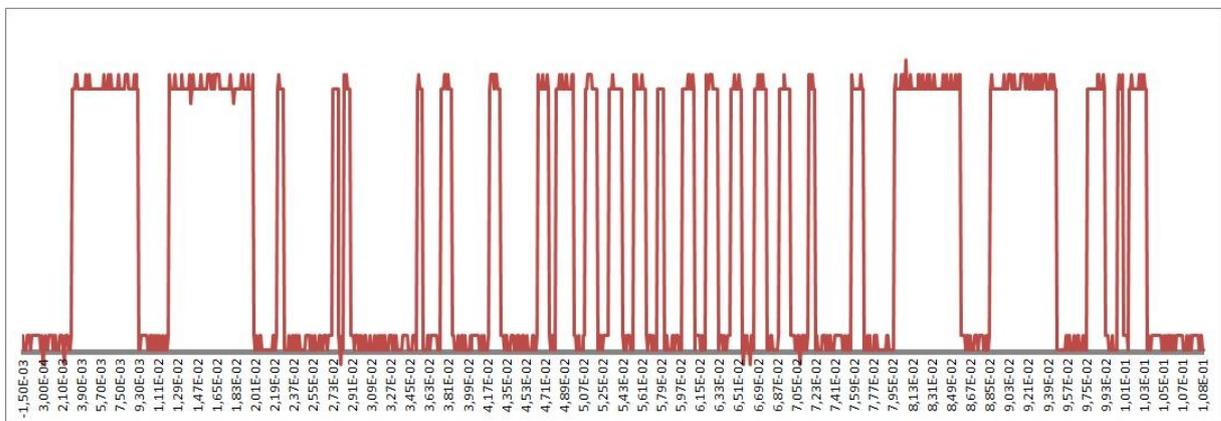
Estes 10 *bytes* de informação serão tratados pelo MSP430G2553 presente no segundo bloco que contém além do microcontrolador presente na placa de desenvolvimento *LaunchPad* da *Texas Instruments* também o módulo RF2400P da *Inhaos*. No microcontrolador os dados são processados e armazenados num *buffer* denominado *rxBufferA*. Como na figura 17:

rxBufferA	".00728672."
[0]	'.' (0x02)
[1]	'0' (0x30)
[2]	'0' (0x30)
[3]	'7' (0x37)
[4]	'2' (0x32)
[5]	'8' (0x38)
[6]	'6' (0x36)
[7]	'7' (0x37)
[8]	'2' (0x32)
[9]	'.' (0x03)

**Figura 17: Buffer de recebimento**  
**Fonte: autoria própria**

Nesta imagem, mostram-se as informações da tag “00728672”. Após o armazenamento no *buffer*, os dados são preparados para o envio pelo módulo de transmissão RF-2400P.

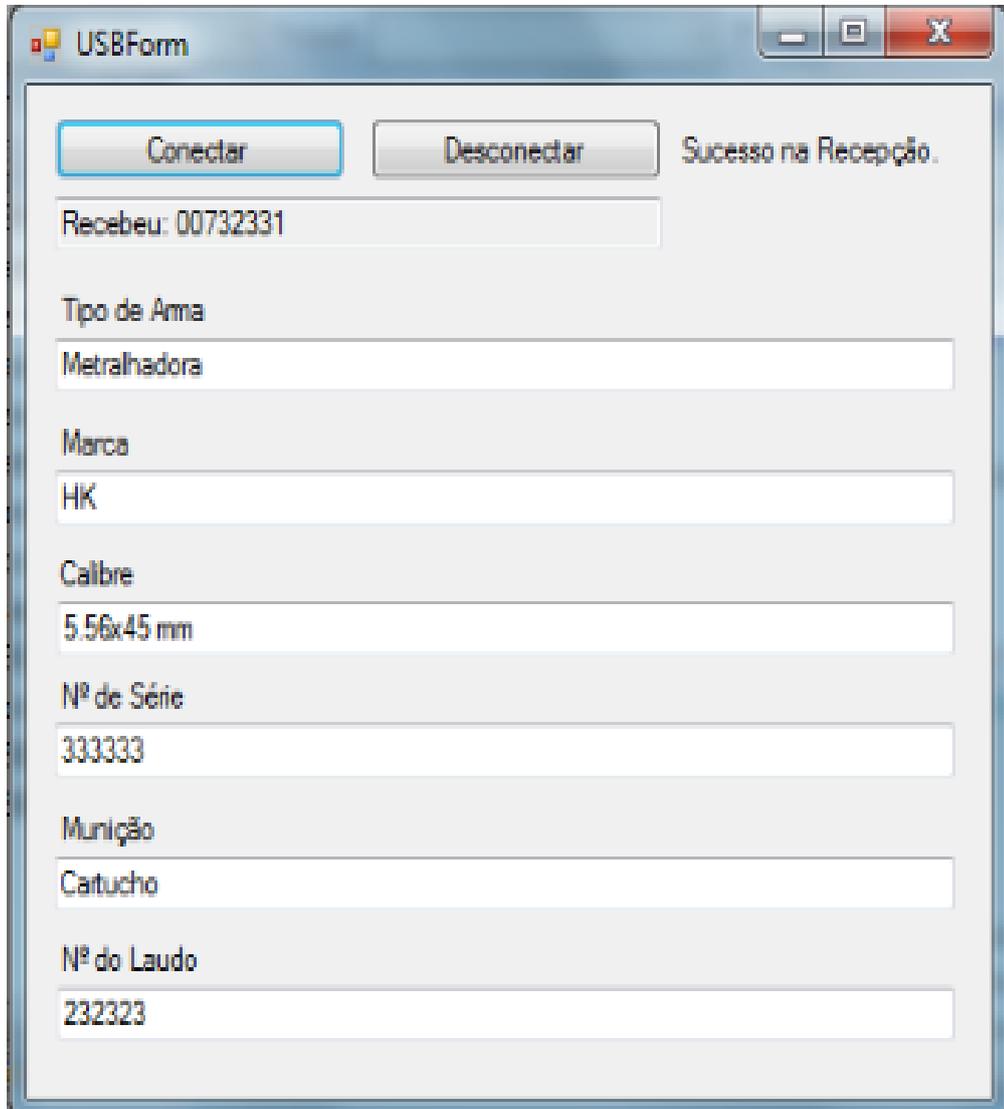
Estes dados serão enviados pelo pino MOSI presente neste módulo, pois o RF-2400P utiliza o protocolo SPI para enviar e receber dados. Neste pino, as informações serão mostradas como na figura 18:



**Figura 18: Dado presente no pino MOSI**  
**Fonte: autoria própria**

Após, o envio das informações pelo pino MOSI do RF2400P, o módulo presente no terceiro bloco receberá estas informações e o processará. O terceiro bloco consiste de um módulo da série RF2400 denominado RF2410U, ele tem algumas características como interface USB. Além disso, esse bloco contém o *software* para armazenamento destes dados.

Neste bloco, os dados da *tag* lida pelo leitor YET-125K-W são recebidos pelo RF2410U que através do software *Visual Basic* que os processa e o demonstra num formulário, como na figura 19:



Campos	Valor
Recebeu:	00732331
Tipo de Arma	Metralhadora
Marca	HK
Calibre	5.56x45 mm
Nº de Série	333333
Munição	Cartucho
Nº do Laudo	232323

**Figura 19: Formulário preenchido**  
Fonte: autoria própria

Este formulário é usado somente para pesquisa das informações armazenadas para determinada *tag* RFID, o cadastro das informações devem ser feitas antecipadamente usando um banco de dados do Access, como na figura 20:

The screenshot shows a Microsoft Access table named 'Dados\_Armas'. The table has the following columns: tag\_8bytes, tipo, marca, calibre, serie, municao, laudo, and Adicionar Novo Campo. The data is as follows:

tag_8bytes	tipo	marca	calibre	serie	municao	laudo	Adicionar Novo Campo
00728672	Pistola	Beretta	6.35 mm	313131	Cartucho	212121	
00732331	Metralhadora	HK	5.56x45 mm	333333	Cartucho	232323	
00737065	Fuzil	Taurus	36 mm	675894	Cartucho	767574	

The status bar at the bottom indicates 'Registro: 1 de 3', 'Sem Filtro', and a search button labeled 'Pesquisar'.

**Figura 20: Banco de Dados Access**

Fonte: autoria própria

O banco de dados do Access está ligado ao *Visual Basic* através de um *Thread*, logo toda vez que um dado chega e se a *tag* estiver cadastrada, será mostrado às informações como na figura 21. Caso a leitura seja de uma *tag* que ainda não está cadastrada no banco de dados, será mostrada uma mensagem informando que a *tag* em questão ainda não está cadastrada.

## 5.2 TESTES REALIZADOS

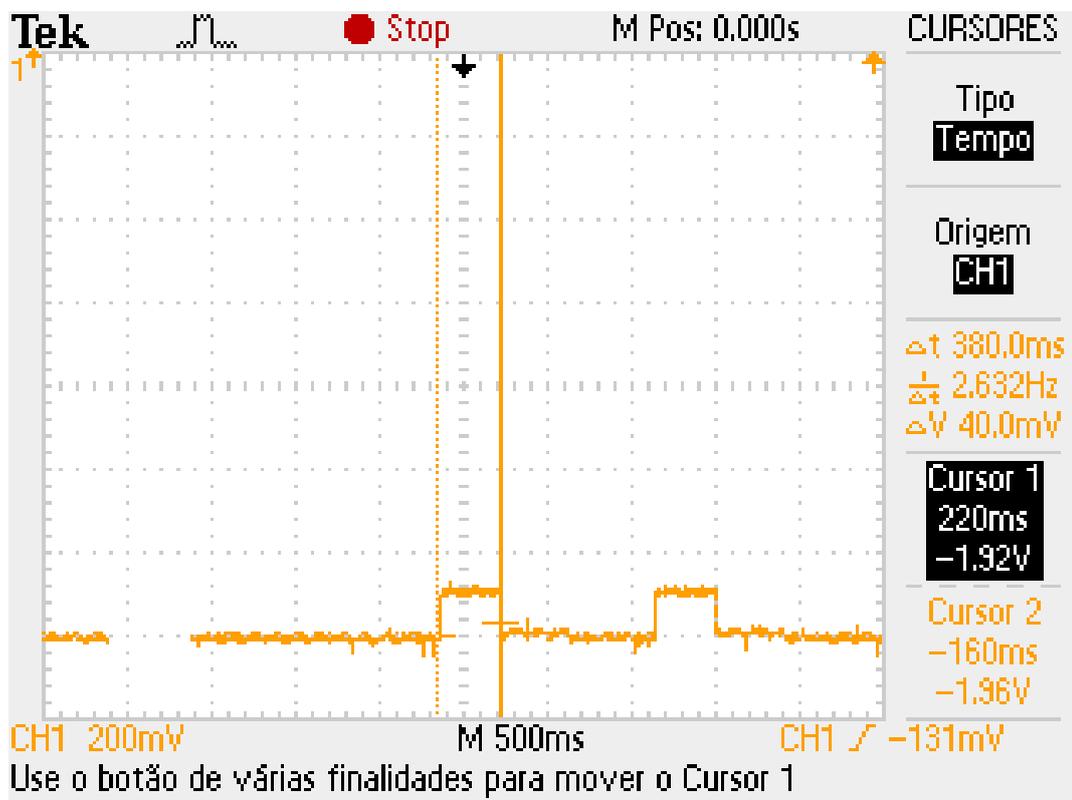
Para a verificação das funcionalidades do SIRA, foram realizados alguns testes.

O primeiro foi verificar a distância máxima que os módulos de comunicavam sem atraso ou perda de informações. Neste teste verificou-se que a recepção dos dados mesmo na presença de obstáculos ocorreu sem atraso e perda de informação para uma distância em torno de 10 metros.

O segundo foi verificar como seriam lidos os dados pelo leitor, caso uma grande massa de ferro estivesse perto das *tags*. Para isto, foi utilizada uma carcaça de um transformador do tipo Varivolt, Neste teste verificou-se que grandes massas de materiais ferrosos, não interferem na leitura da *tag*, o que comprova que ele pode ser utilizado para o monitoramento de armas.

O terceiro foi verificar como ele se comportaria em ambientes com vários sistemas que trabalham na mesma faixa de envio de informações. Neste teste verificou-se que outros aparelhos não interferiram no envio e recebimento dos dados.

O quarto teste foi verificar o consumo e autonomia do sistema desenvolvido. Para isto, foi utilizada uma bateria de nove Volts que alimentava todo o circuito composto pelos módulos. Neste teste verificou-se que o consumo em modo de espera é de 63 mA e no momento que há uma leitura, ocorre um aumento de 3 mA, como na figura 21. Realizando alguns cálculos verificou-se que a autonomia do sistema é de 5 horas.



**Figura 21: Consumo do Sistema Desenvolvido**  
 Fonte: autoria própria

### 5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE FUNCIONAMENTO E TESTES

Os testes realizados para comprovar o funcionamento do SIRA, alcançaram o propósito esperado. Pois com eles verificou-se que o produto desenvolvido não sofre interferência de outros aparelhos, funciona a distâncias de 10 metros, que massas de materiais ferrosos não interferem na leitura correta das informações presentes em cada *tag* e mesmo apresentando um consumo um pouco elevado pode ser utilizado para fazer o monitoramento de informações armazenadas num depósito.

## CAPÍTULO 6

O presente capítulo tem por objetivo descrever o plano de gestão realizada para o desenvolvimento do projeto.

Nele se apresentou o cronograma criado para o projeto, os custos realizados para o desenvolvimento do SIRA, a análise de riscos e por fim as considerações sobre a gestão realizada.

### 6.1 CRONOGRAMA

**Tabela 2: Cronograma de atividades realizadas**

Atividade	Prazo	
	Início	Término
Estudar o Problema	04/04/11	30/04/11
Especificar o Produto	30/04/11	04/06/11
Férias e outras atividades (compras de materiais)	05/06/11	05/03/12
Projetar o Hardware	05/03/12	31/08/12
Implementar o Firmware	05/03/12	11/10/12
Implementar o Software	11/10/12	13/10/12
Testar e Debugar	05/03/12	13/10/12
Elaborar a Documentação	01/10/12	13/10/12

Fonte: autoria própria

### 6.2 CUSTOS

A tabela 3 que apresenta a estimativa dos gastos a serem realizados.

**Tabela 3: Gastos realizados**

Item	Descrição	Custo Estimado (R\$)
01	Tags	5 x R\$2,00
02	Micro controlador	R\$150,00
03	Fonte de alimentação	R\$10,00
04	Radio frequência	R\$100,00
05	Componentes diversos	R\$50,00
06	Circuito Impresso	R\$50,00
Total		R\$ 370,00

Fonte: autoria própria

### 6.3 RISCOS

A tabela 4 descreve os riscos levantados para o projeto.

**Tabela 4: Riscos levantados para o projeto**

(continua)

Grau	Descrição	Efeito	Prob.	Impacto	Prob x Impacto	Ação
Alto	Complicações técnicas no desenvolvimento do hardware	Atraso do cronograma	0,5	7	3,5	Conviver: Re-projetar o hardware.
Alto	Circuitos não funcionarem	Atraso do cronograma	0,7	9	6,3	Mitigar: Estudar a implementação de novos circuitos.
Alto	Saída de um membro da equipe	Alteração do cronograma	0,1	9	0,9	Mitigar: Alterar o projeto ou inserir novo membro.
Alto	Falta de capacidade de processamento do micro controlador	Alteração do cronograma	0,5	8	4,0	Mitigar: Reduzir a faixa de espectro analisada.
Alto	Estagnação do andamento do projeto por falta de conhecimento	Atraso do cronograma	0,2	5	1	Eliminar: Solicitar auxílio de profissional da área que possa contribuir com sugestões e/ou ministrar minicursos.

(conclusão)

Médio	Não recebimento dos componentes requisitados na data prevista	Atraso do cronograma	0,05	4	0,2	Mitigar: Adiantar a implementação do firmware.
Médio	Falhas na implementação do firmware	Atraso do cronograma	0,4	3	1,2	Eliminar: Analisar detalhadamente e corrigir o firmware.
Médio	Falhas na implementação dos módulos do software	Atraso do cronograma	0,4	5	2,0	Eliminar: Revisar os códigos fonte e detalhar por módulo.
Baixo	Impossibilidade da conclusão do projeto	Atraso na formatura	0,02	9	0,18	Mitigar: Alterar o projeto.
Baixo	Escassez de tempo para o projeto	Alteração do cronograma	0,02	6	0,12	Mitigar: Modificar o programa.

Fonte: autoria própria

#### 6.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO

O cronograma, a estimativa de gastos e a análise de riscos foram feitos no final do primeiro semestre de 2011. Ao reavaliar-se o que foi definido anteriormente, verificou-se certa defasagem com relação ao programado, denunciando uma gestão não tão boa do projeto.

O cronograma no início do desenvolvimento foi útil, mas, devido a alguns problemas adquiridos ao longo do desenvolvimento e também ao número muito grande de atividades externas que foram realizadas pelos integrantes da equipe em paralelo ao projeto, os prazos definidos no início não puderam ser cumpridos.

Em relação à estimativa dos gastos, os resultados não ficaram muito diferentes do planejado. O projeto teve um custo ainda mais baixo do que o esperado, pois não foram adquiridas 1000 tags como estimado. Caso tivesse sido adquirido este número, o projeto custaria cerca de 300 reais a mais.

Em relação aos riscos levantados, uma parte deles acabou se concretizando. Foi necessário mudar, primeiramente, o microcontrolador devido à falta de processamento do inicialmente escolhido, ao atraso muito grande na aquisição dos componentes e a falhas no desenvolvimento do firmware.

No geral, foi possível entregar o projeto no prazo, mas, devido às etapas intermediárias que não foram executadas dentro do tempo planejado, foi necessário

aumentar o número de horas gastas em desenvolvimento do projeto nos últimos meses.

## CAPÍTULO 7

O presente capítulo tem por objetivo mostrar o plano de negócios realizado para a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2.

Nele serão apresentados as definições do negócio, uma análise do mercado que o SIRA pode enfrentar um plano de *marketing* e a análise financeira. Por fim, as considerações sobre o plano serão expostas.

### 7.0 SUMÁRIO EXECUTIVO

O Plano em questão procura estudar a viabilidade da criação de uma empresa especializada no desenvolvimento de um sistema customizado que envolve tecnologias de *hardware* e *software* para monitoramento e armazenamento de objetos em estoques distribuídos e não homogêneos.

O público-alvo será, principalmente, diretores e chefes de empresas que possuem materiais que devem ser armazenados e o pessoal técnico que é responsável pela área de manejo e segurança dos estoques.

O produto a ser produzido utilizará materiais que utiliza tecnologia como a de RFID que consiste em troca de informações utilizando sinais de radiofrequência, logo sem a necessidade do uso de cabos para ligar os equipamentos.

Para desenvolver este produto, a empresa conta com a experiência dos sócios na área de desenvolvimento de projetos e confecção de placas de circuito impresso adquirida em empresas da área e dentro da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O mercado é promissor para a empresa devido ao crescente número de empresas que mantêm estoques de seus produtos, logo necessitando de grande agilidade na procura dos mesmos quando necessário.

A concorrência praticamente para a empresa não existe, pois as empresas que poderiam ser as concorrentes diretas oferecem produtos para segurança dos funcionários como protetores auriculares e entre outros e não para o armazenamento e segurança dos estoques.

O fornecimento do equipamento necessário para a produção do nosso produto será feito por empresas estrangeiras que produzem ou vendem os

componentes que utilizamos e por empresas nacionais que irão confeccionar as placas de PCIs para o desenvolvimento do protótipo.

A empresa utilizará maquinário com tecnologia avançada e material de altíssima qualidade, visando garantir a qualidade, durabilidade e eficiência dos produtos. Além disso, contará com pessoal qualificado e com experiência na parte técnica. Esse pessoal receberá constantemente treinamento para capacitação e formação de profissionais de excelência que tenham sempre compromisso com a busca pela perfeição, com o zelo pelo material utilizado e com o meio ambiente.

Uma das premissas da empresa será o cuidado com o meio ambiente através do descarte adequado dos resíduos produzidos e da utilização consciente de material, evitando desperdícios.

Todo o pessoal, incluindo os sócios, estará sempre em constante aprimoramento de seus conhecimentos na parte de tecnologia e na parte de gestão de qualidade, de forma que seja palpável a ampliação do negócio em médio prazo e de sua carteira de clientes, gerando cada vez mais pedidos e, conseqüentemente, lucro.

<b>Indicadores de viabilidade</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>
<b>Lucratividade</b>	59,79%	55,02%	50,03%
<b>Rentabilidade</b>	102%	93,1%	84,35%
<b>Prazo de retorno do investimento</b>	0,98 anos	1,07 anos	1,18 anos
<b>Ponto de Equilíbrio (PE)</b>	R\$438.568,45	R\$462.586,44	R\$489.387,50

**Quadro 2: Principais pontos do Plano**

Fonte: autoria própria

## **7.1 DEFINIÇÃO DO NEGÓCIO**

### **7.1.1 VISÃO**

Ser a maior empresa da região sul e uma das maiores no país num período de 5 anos na área de fornecimento de soluções para o controle de estoque.

### 7.1.2 MISSÃO

Oferecer um sistema customizado com as mais novas tecnologias de *hardware* e *software* para atender as necessidades de empresas na localização de objetos armazenados em estoques distribuídos e não homogêneos. Tal desenvolvimento se dará com forte interação dos clientes preferenciais, com fornecedores fidelizados e com o objetivo de buscar lucros para os sócios, acionistas e colaboradores.

### 7.1.3 SETORES DA ATIVIDADE

Agropecuária: [    ]  
 Indústria: [ X ]  
 Comércio: [ X ]  
 Serviços: [ X ]  
 Outros:

### 7.1.4 FORMA JURÍDICA

Empresário [    ]  
 Sociedade limitada [ X ]  
 Outra:

### 7.1.5 ENQUADRAMENTO TRIBUTÁRIO

#### 7.1.5.1 ÂMBITO FEDERAL

Empreendedor individual [    ]  
 Regime Simples [    ]  
 Regime Normal [ X ]

- IRPJ – Imposto de Renda Pessoa Jurídica.
- PIS – Contribuição para os programas de Integração Social.
- COFINS – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social.
- CSLL – contribuição Social sobre o Lucro Líquido.
- IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados (apenas para indústria).

### 7.1.5.2 ÂMBITO ESTADUAL

ICMS – Regime Simplificado [    ]

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (Sistema Débito e Crédito) [ X ]

### 7.1.5.3 ÂMBITO MUNICIPAL

ISS – Imposto sobre Serviços [ X ]

### 7.1.6 CAPITAL SOCIAL

	<b>Nome do Sócio</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>
<b>Sócio 1</b>	Diego Dias dos Reis	100.000,00	133.333,33	166.666,66
<b>Sócio 2</b>	Jonatas de Freitas	100.000,00	133.333,33	166.666,66
<b>Sócio 3</b>	Andreas Hauer Piekarz	100.000,00	133.333,33	166.666,66
<b>TOTAL</b>		300.000,00	400.000,00	500.000,00

**Quadro 3: Capital Social**

Fonte: autoria própria

### 7.1.7 FONTES DE RECURSOS

Os recursos utilizados para abertura da empresa virão, em parte, de recursos próprios dos sócios provenientes de economias pessoais e venda de bens. Outra parcela desses recursos necessários virá de empréstimo junto ao Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), o qual oferece diversas categorias de apoio às empresas que desenvolvem produtos inovadores.

## 7.2 ANÁLISE DE MERCADO

### 7.2.1 ESTUDO DOS CLIENTES

O cliente direto que podem vir a adquirir o produto SIRA para ser usado em suas empresas consiste principalmente dos diretores e chefes das empresas que

possuem estoques para serem monitorados e também pelo pessoal técnico destas empresas que são responsáveis pela área de manejo e segurança dos estoques.

Os responsáveis pela área de manejo e segurança dos estoques são aquelas pessoas que tem maior conhecimento das necessidades da empresa, pois possuem conhecimento técnico e/ou conhecem a tecnologia que o nosso produto oferece e que pode vir a ser utilizado para armazenar seus produtos da melhor forma.

Além disso, este pessoal conhece o fator social que o produto pode trazer para a sua empresa, pois com o SIRA, as pessoas não precisarão fazer um esforço físico muito grande, como de ter que carregar muitas caixas de um lugar para outro somente para catalogar.

Também, o pessoal da área técnica sabe do fator ambiental que o produto traz, pois não será mais necessário o uso de etiquetas de papel. Com isso, evita-se que muitas árvores sejam cortadas e também que seja jogado na natureza um número muito grande de papel.

Além do pessoal técnico, os seus chefes e/ou diretores também são clientes diretos. Pois, mesmo que eles não saibam ou não tenham conhecimento da tecnologia que é empregada. Eles são responsáveis pela liberação das verbas que será empregada para a aquisição do produto. Ou seja, o fator econômico esta inteiramente interligada a este tipo de cliente em especial.

### **7.2.2 ESTUDO DOS CONCORRENTES**

A empresa não apresenta concorrentes diretos ao produto SIRA, entretanto algumas empresas como a Intrab e a RM Equipamentos de Segurança podem ser possíveis concorrentes no futuro, caso estas empresas comecem a trabalhar no mesmo ramo.

### **7.2.3 ESTUDO DOS FORNECEDORES**

A empresa apresenta muitos fornecedores de componentes eletrônicos e PCs, por exemplo, a *Texas Instruments*, *Farnell*, o laboratório LACIE da UTFPR para PCs. Este grande número de fornecedores dos materiais que serão usados facilitará para termos um poder de barganha maior, pois terá que ter uma quantidade

razoável de componentes em estoque e placas de circuito impresso para o desenvolvimento do SIRA.

### **7.3 PLANO DE MARKETING**

#### **7.3.1 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS E SERVIÇOS**

O principal produto oferecido pela empresa será o SIRA, que consiste de um sistema customizado que utiliza tecnologias de *hardware* e *software* para atender as necessidades de empresas na localização de objetos armazenados em estoque. Este produto será desenvolvido com forte interação dos clientes preferenciais, ou seja, cada empresa que vir a utilizar os serviços prestados terá um produto personalizado que atenderá as suas exigências.

A empresa contará com a aquisição de equipamentos de tecnologia robusta para oferecer o melhor serviço a um baixo custo e fará uso de materiais fornecidos por empresas conhecidas no ramo da eletrônica.

#### **7.3.2 PREÇO**

O preço que será cobrado pelo SIRA consistirá se o circuito estará finalizado ou não. Ou seja, o produto finalizado que será entregue ao cliente consiste do SIRA pronto para ele ser usado. O não finalizado consistirá nas PCIs somente, sem nenhum componente.

Os circuitos finalizados custarão R\$ 300,00. Já os circuitos não finalizados custarão R\$150,00.

#### **7.3.3 ESTRATÉGIAS PROMOCIONAIS**

Para a divulgação da empresa e dos produtos desenvolvidos, participar de feiras especializadas em gestão de estoques e produtos pode ser compensador. Além disso, participar de feiras que oferecem formas de segurança para seus produtos pode ser outra possibilidade.

Convidar os clientes diretos para visitar a empresa e nessas visitas mostrar como o SIRA funciona e que melhorias ele pode trazer para as suas empresas.

### 7.3.4 ESTRUTURA DE COMERCIALIZAÇÃO

A empresa disponibilizará correio eletrônico, telefone e sede própria para o contato com os clientes. O SIRA será comercializado diretamente com o cliente. Estes poderão requisitar seus pedidos e executar seus projetos de produção do seu produto fazendo por uma destas formas. A empresa contará com software licenciado para abrir e executar os projetos dos clientes.

Os clientes terão várias formas de pagamento, desde a vista até a prazo, podendo pagar em dinheiro, boleto bancário ou através do cartão de crédito.

## 7.4 PLANO FINANCEIRO

### 7.4.1 ESTIMATIVA DOS INVESTIMENTOS FIXOS

#### 7.4.1.1 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

	Descrição	Qtde.	X	Valor Unitário	= Total
1	Computadores	05	X	1.500,00	= 7.500,00
2	Softwares (licença)	05	X	1.000,00	= 5.000,00
3	Osciloscópios	10	X	2.000,00	= 20.000,00
4	Fontes de alimentação	10	X	500,00	= 5.000,00
5	Outros (protobords, circuitos impressos, componentes eletrônicos, etc)				3.000,00
SUB-TOTAL (A)				\$ 41.500,00	

**Quadro 4: Estimativa de Investimentos fixos – máquinas e equipamentos**

Fonte: autoria própria

#### 7.4.1.2 MÓVEIS E UTENSÍLIOS

	Descrição	Qtde.	X	Valor Unitário	= Total
1	Cadeiras	20	X	100,00	= 2.000,00
2	Mesas	06	X	500,00	= 3.000,00
3	Bancadas	10	X	500,00	= 5.000,00
4	Armários	05	X	300,00	= 1.500,00
5	Outros				3.000,00
SUB-TOTAL (B)				\$ 14.500,00	

**Quadro 5: Estimativa de Investimentos fixos – móveis e utensílios**

Fonte: autoria própria

#### 7.4.1.3 VEÍCULOS

	Descrição	Qtde.	X	Valor Unitário	= Total
1	Carro	01	X	20.000,00	= 20.000,00
2	Moto	01	X	5.000,00	= 5.000,00

SUB-TOTAL (C)	\$ 25.000,00
---------------	--------------

**Quadro 6: Estimativa de Investimentos fixos – veículos**

Fonte: autoria própria

**7.4.1.4 TOTAL DE INVESTIMENTOS FIXOS**

TOTAL DE INVESTIMENTOS FIXOS	SUB-TOTAL (A + B + C)	\$ 81.000,00
------------------------------	-----------------------	--------------

**Quadro 7: Total de investimentos fixos**

Fonte: autoria própria

**7.4.2 CAPITAL DE GIRO****7.4.2.1 ESTIMATIVA DO ESTOQUE INICIAL**

	Descrição	Qtde.	X	Valor Unitário	=	Total
1	Circuito impressos sem componentes	200	X	50,00	=	1.000,00
2	Circuitos finalizados	400	X	200,00	=	80.000,00
3	Componentes eletrônicos					2.500,00
4			X		=	
5			X		=	
TOTAL (A)						\$ 83.500,00

**Quadro 8: Estimativa do estoque inicial**

Fonte: autoria própria

**7.4.2.2 CAIXA MÍNIMO****7.4.2.2.1 CONTAS A RECEBER**

Prazo médio de vendas	(%)	X	Número de dias	=	Média Ponderada em dias
A vista	15	X	00	=	0,0
A prazo (1)	50	X	30	=	15,0
A prazo (2)	30	X	60	=	18,0
A prazo (3)	05	X	90	=	4,5
A prazo (4)		X		=	
	Prazo médio total				47,5 dias

**Quadro 9: Caixa mínimo – contas a receber**

Fonte: autoria própria

**7.4.2.2.2 FORNECEDORES**

Prazo médio de vendas	(%)	X	Número de dias	=	Média Ponderada em dias
A vista	40	X	00	=	0,0
A prazo (1)	60	X	30	=	18,0

A prazo (2)	X	=
A prazo (3)	X	=
A prazo (4)	X	=
	Prazo médio total	18,0 dias

**Quadro 10: Caixa mínimo – fornecedores**

Fonte: autoria própria

**7.4.2.2.3 ESTOQUES**

<b>Necessidade média de estoques</b>	<b>Número de dias</b>
	08,0

**Quadro 11: Caixa mínimo – estoques**

Fonte: autoria própria

**7.4.2.2.4 CALCULO DA NECESSIDADE LÍQUIDA**

<b>Recursos da empresa fora do seu caixa</b>	<b>Número de dias</b>
1. Contas a Receber – prazo médio de vendas	47,5
2. Estoques – necessidade média de estoques	08,0
Subtotal 1 (item 1 + 2)	55,5
Recursos de terceiros no caixa da empresa	
3. Fornecedores – prazo médio de compras	18,0
Subtotal 2	18,0
Necessidade Líquida de Capital de giro em dias ( Subtotal 1 – Subtotal 2)	37,5

**Quadro 12: Caixa mínimo – cálculo da necessidade líquida**

Fonte: autoria própria

**7.4.2.3 CAIXA MÍNIMO (RESUMO)**

		Ano 1	Ano 2	Ano 3
1. Custo fixo mensal	33.519,16	402.229,92	402.229,92	402.229,92
2. Custo variável		104.400,00	164.400,00	224.400,00
3. Custo total da empresa		506.629,92	566.629,92	626.629,92
4. Custo total diário		1.388,03	1.552,41	1.716,79
5. Necessidade Líquida de Capital de giro em dias		37,5	37,5	37,5
Total de B – Caixa Mínimo		52.051,13	58.215,38	64.379,63

**Quadro 13 – Caixa mínimo**

Fonte: autoria própria

#### 7.4.2.4 CAPITAL DE GIRO (RESUMO)

Descrição	R\$	Ano 1	Ano 2	Ano 3
A – Estoque Inicial	83.500,00	83.500,00	83.500,00	83.500,00
B – Caixa Mínimo		52.051,13	58.215,38	64.379,63
TOTAL DO CAPITAL DE GIRO (A + B)		135.551,13	141.715,38	147.879,63

#### Quadro 14: Capital de giro

Fonte: autoria própria

#### 7.4.3 INVESTIMENTOS PRÉ-OPERACIONAIS

Investimentos Pré-Operacionais	R\$
Despesas de legalização	3.500,00
Obras civis e/ou reformas	10.000,00
Divulgação	5.000,00
Cursos e treinamentos	2.500,00
Outras despesas	1.000,00
TOTAL	22.000,00

#### Quadro 15: Investimentos pré-operacionais

Fonte: autoria própria

#### 7.4.4 INVESTIMENTO TOTAL

Descrição dos investimentos	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
1. Investimentos Fixos	81.000,00	81.000,00	81.000,00
2. Capital de giro	Ano1	Ano2	Ano3
	135.551,13	141.715,38	147.879,63
3. Investimentos Pré-Operacionais	22.000,00	22.000,00	22.000,00
TOTAL (1 + 2 + 3)	238.551,13	244.715,38	250.879,63
Fontes de recursos	Valor (R\$)		
1. Recursos próprios	300.000,00	400.000,00	500.000,00
2. Recursos de terceiros	200.000,00	100.000,00	0
3. Outros	0	0	0
TOTAL (1 + 2 + 3)	500.000,00	500.000,00	500.000,00

#### Quadro 16: Investimento total

Fonte: autoria própria

#### 7.4.5 ESTIMATIVA DO FATURAMENTO MENSAL DA EMPRESA

Produto/Serviço	Quantidade Faturamento			Preço de Venda	
	(Estimativa de Vendas)	x	Unitário (em R\$)	=	total (em R\$)
1. Circuitos finalizados	300	X	300,00	=	90.000,00
2. Circuitos não finalizados	100	X	150,00	=	15.000,00
3.		X		=	

TOTAL	105.000,00
-------	------------

**Quadro 17: Estimativa do faturamento mensal da empresa**

Fonte: autoria própria

### 7.4.6 ESTIMATIVA DOS CUSTOS

Matéria Prima	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Componentes	15.000,00	20.000,00	25.000,00
Circuitos impressos	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Sub-total	75.000,00	80.000,00	85.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>900.000,00</b>	<b>960.000,00</b>	<b>1.020.000,00</b>

**Quadro 18: Estimativa dos custos**

Fonte: autoria própria

### 7.4.7 ESTIMATIVA DOS CUSTOS DE COMERCIALIZAÇÃO

Descrição	%	X	Faturamento Estimado	=	Custo Total (R\$)
1. Impostos	35		105.000,00		36.750,00
<b>Impostos Federais</b>					
SIMPLES		X		=	
IRPJ		X		=	
PIS		X		=	
COFINS		X		=	
IPI		X		=	
CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido		X		=	
<b>Impostos Estaduais</b>					
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços		X		=	
<b>Impostos Municipais</b>					
ISS – Imposto sobre Serviços		X		=	
<b>Subtotal 1</b>					36.750,00
2. Gastos com vendas					
Comissões	2,0	X	105.000,00	=	2.100,00
Propaganda	3,0	X	105.000,00	=	3.150,00
Taxa de administração do cartão de crédito	6,0	X	105.000,00	=	6.300,00
<b>Subtotal 2</b>				=	11.550,00
<b>TOTAL (Subtotal 1 + 2)</b>				=	48.300,00

**Quadro 19: Estimativa dos custos de comercialização**

Fonte: autoria própria

### 7.4.8 APURAÇÃO DOS CUSTOS DOS MATERIAIS DIRETOS E/OU MERCADORIAS VENDIDAS

Produto/Serviço	Estimativa de	Custo Unitário		=	CMD/CMV (R\$)
	Vendas ( em unidades)	x	de Materiais/		
	Aquisição (R\$)				

1. Circuitos finalizados	300	X	50,00	=	15.000,00
2. Circuitos não finalizados	100	X	30,00	=	3.000,00
TOTAL					18.000,00

**Quadro 20: Apuração do custo dos materiais diretos e/ou mercadorias vendidas**

Fonte: autoria própria

### 7.4.9 ESTIMATIVA DOS CUSTOS COM MÃO-DE-OBRA

Função	Nº de Empregados (R\$)	X	Salário		Subtotal (R\$)	X	Encargos		Total (R\$)
			Mensal (R\$)	= sociais			encargos	= sociais	
1. Engenheiro	02	X	5.000,00	=	10.000,00	x	40	=	4.000,00 + 10.000,00
2. Estagiário	04	X	500,00	=	2.000,00	x	40	=	800,00 + 2.000,00
3. Manutenção	01	X	1.000,00	=	1.000,00	x	40	=	400,00 + 1.400,00
4. Limpeza	02	X	600,00	=	1.200,00	x	40	=	480,00 + 1.200,00
5. Segurança	01	X	700,00	=	700,00	x	40	=	280,00 + 700,00
6. Embalagem	01	X	600,00	=	600,00	x	40	=	240,00 + 600,00
7. Compras	01	X	1.000,00	=	1.000,00	x	40	=	400,00 + 1.000,00
8. Vendas	01	X	1.000,00	=	1.000,00	x	40	=	400,00 + 1.000,00
9. Secretária	01	X	800,00	=	800,00	x	40	=	320,00 + 800,00
TOTAL	14		11.200,00		21.500,00		40		7.320,00 18.700,00

**Quadro 21: Estimativa dos custos com mão de obra**

Fonte: autoria própria

### 7.4.10 ESTIMATIVA DO CUSTO COM DEPRECIAÇÃO

Ativos Fixos	Valor do Bem (R\$)	Vida útil em Anos	Depreciação Anual (R\$)	Depreciação Mensal (R\$)
Máquinas e equipamentos	41.500,00	5	8.300,00	691,66
Móveis e máquinas	14.500,00	10	1.450,00	120,83
Veículos	25.000,00	5	5.000,00	416,66
TOTAL	81.000,00	20	14.750,00	1.229,16

**Quadro 22: Estimativa dos custos com depreciação**

Fonte: autoria própria

### 7.4.11 ESTIMATIVA DE CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS MENSIS

Descrição	Custo Total Mensal (em R\$)
Aluguel	700,00
Condomínio	-
IPTU	400,00
Água	100,00
Energia elétrica	300,00
Telefone	500,00
Honorários do contador	800,00
Pró-labore	6.000,00
Manutenção dos	100,00

equipamentos	
Salários + encargos	18.700,00
Material de limpeza	500,00
Material de escritório	500,00
Combustível	750,00
Taxas diversas	500,00
Serviços de terceiros	500,00
Depreciação	1.229,16
Outras despesas	2.000,00
TOTAL	33.579,16

**Quadro 23: Estimativa dos custos fixos operacionais mensais**  
**Fonte: autoria própria**

## 7.4.12 PROGRAMAÇÃO DE VENDAS

### 7.4.12.1 ANO 1

Programação de Vendas (R\$)													
Descrição/Período	mes. 1	mes. 2	mes. 3	mes. 4	mes. 5	mes. 6	mes. 7	mes. 8	mes. 9	mes. 10	mes. 11	mes. 12	Total
Quantidade vendida (un.)	200	100	500	700	300	500	100	200	800	500	300	600	4800
Preço de Venda (R\$)	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5
Custo variável total mensal (R\$)	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000	900000
Faturamento (R\$)	52500	26250	131250	183750	78750	131250	26250	52500	210000	131250	78750	157500	1260000
Impostos sobre vendas	18375	9187,5	45937,5	64312,5	27562,5	45937,5	9187,5	18375	73500	45937,5	27562,5	55125	441000
Gastos com vendas	5775	2887,5	14437,5	20212,5	8662,5	14437,5	2887,5	5775	23100	14437,5	8662,5	17325	138600
Custo com materiais diretos (R\$)	9000	4500	22500	31500	13500	22500	4500	9000	36000	22500	13500	27000	216000
Subtotal Margem de contribuição (R\$)	41850	58425	-7875	-41025	25275	-7875	58425	41850	-57600	-7875	25275	-24450	104400
Custo fixo mensal (R\$)	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	402949,9
Receita Bruta (R\$)	-22929,2	-65754,2	105545,8	191195,8	19885,84	105545,8	-65754,2	-22929,2	234020,8	105545,8	19885,84	148370,8	752650,1

**Quadro 24: Programação de vendas ano 1**  
**Fonte: autoria própria**

### 7.4.12.2 ANO 2

Programação de Vendas (R\$)													
Descrição/Período	mes.1	mes.2	mes.3	mes.4	mes.5	mes.6	mes.7	mes.8	mes.9	mes.10	mes.11	mes.12	total
Quantidade vendida (un.)	100	300	500	1000	100	500	100	200	600	500	400	500	4800
Preço de Venda (R\$)	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5
Custo variável total mensal (R\$)	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000	960000
Faturamento (R\$)	26250	78750	131250	262500	26250	131250	26250	52500	157500	131250	105000	131250	1260000
Impostos sobre vendas	9187,5	27562,5	45937,5	91875	9187,5	45937,5	9187,5	18375	55125	45937,5	36750	45937,5	441000
Gastos com Custos com materiais diretos (R\$)	2887,5	8662,5	14437,5	28875	2887,5	14437,5	2887,5	5775	17325	14437,5	11550	14437,5	138600
Subtotal Margem de contribuição (R\$)	4500	13500	22500	45000	4500	22500	4500	9000	27000	22500	18000	22500	216000
Subtotal Margem de contribuição (R\$)	63425	30275	-2875	-85750	63425	-2875	63425	46850	-19450	-2875	13700	-2875	164400
Custo fixo mensal (R\$)	-37175	48475	134125	348250	-37175	134125	-37175	5650	176950	134125	91300	134125	1095600
Receita Bruta (R\$)	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	402949,9
Receita Bruta (R\$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Receita Bruta (R\$)	70754,16	14895,84	100543,8	314670,8	-70754,2	100543,8	-70754,2	-27929,2	143370,8	100543,8	57720,84	100543,8	692650,1

Quadro 25: Programação de vendas ano 2

Fonte: autoria própria

### 7.4.12.3 ANO 3

Programação de Vendas (R\$)													
Descrição/Período	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12	total
Quantidade vendida (un.)	400	100	500	700	300	300	100	200	700	600	300	600	4800
Preço de Venda (R\$)	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5	262,5
Custo variável total mensal (R\$)	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	1020000
Faturamento (R\$)	105000	26250	131250	183750	78750	78750	26250	52500	183750	157500	78750	157500	1260000
Impostos sobre vendas	36750	9187,5	45937,5	64312,5	27562,5	27562,5	9187,5	18375	64312,5	55125	27562,5	55125	441000
Gastos com vendas Custos com materiais diretos (R\$)	11550	2887,5	14437,5	20212,5	8662,5	8662,5	2887,5	5775	20212,5	17325	8662,5	17325	138600
Subtotal Margem de contribuição (R\$)	18000	4500	22500	31500	13500	13500	4500	9000	31500	27000	13500	27000	216000
Subtotal Margem de contribuição (R\$)	13700	68425	2125	-91025	35275	35275	68425	51850	-91025	-14450	35275	-14450	224400
Custo fixo mensal (R\$)	86300	-42175	129125	214775	43475	43475	-42175	650	214775	171950	43475	171950	1035600
Receita Bruta (R\$)	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	33579,16	402949,9
Receita Bruta (R\$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Receita Bruta (R\$)	52720,84	-75754,2	95543,84	181195,8	8695,84	8695,84	-75754,2	-32929,2	181195,8	138370,8	9895,84	138370,8	632650,1

Quadro 26: Programação de vendas ano 3

Fonte: autoria própria

### 7.4.13 DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

Descrição	(R\$)	Ano1	Ano2	Ano3
1. Receita Total com Vendas	105.000,00	1.260.000,00	1.260.000,00	1.260.000,00
2. Custos Variáveis Totais		900.000,00	960.000,00	1.020.000,00
(-) Custos com materiais diretos e/ou CMV(*)	18.000,00	216.000,00	216.000,00	216.000,00
(-) Impostos sobre vendas	36.750,00	441.000,00	441.000,00	441.000,00
(-) Gastos com vendas	11.550,00	138.600,00	138.600,00	138.600,00
Subtotal de 2		104.400,00	164.400,00	224.400,00
3. Margem de contribuição (1 – 2)		1.155.600,00	1.095.600,00	1.035.600,00
4. (-) Custos Fixos Totais	33.579,16	402.949,92	402.949,92	402.949,92
5. Resultado Operacional (Lucro/prejuízo) (3 – 4)		752.650,08	692.650,08	632.650,08

#### Quadro 27: Demonstrativo de resultados

Fonte: autoria própria

### 7.4.14 INDICADORES DE VIABILIDADE

#### 7.4.14.1 PONTO DE EQUILÍBRIO

IMC = Margem de contribuição / Receita Total

PE = Custo Fixo Total / IMC

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
IMC	0.91714	0.86952	0,82190
PE	438.568,45	462.586,44	489.387,50

#### Quadro 28: Ponto de equilíbrio

Fonte: autoria própria

#### 7.4.14.2 LUCRATIVIDADE

$L = (\text{lucro líquido} / \text{receita total}) * 100\%$

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
L	59.79%	55.02%	50,03%

#### Quadro 29: Lucratividade

Fonte: autoria própria

#### 7.4.14.3 RENTABILIDADE

$R = (\text{lucro líquido} / \text{investimento total}) * 100\%$

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
R	102%	93,1%	84,35%

#### Quadro 30: Rentabilidade

Fonte: autoria própria

#### 7.4.14.4 PRAZO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

PRI = Investimento total / lucro líquido

	Ano 1	Ano 2	Ano 3
PRI	0,98 anos	1,07 anos	1,18 anos

**Quadro 31: Prazo de retorno do investimento**

Fonte: autoria própria

### 7.5 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

#### - Otimista

Aumento do número de empresas que procuram ter segurança dos seus estoques de mercadorias, acarretando num maior número de clientes.

O preço do dólar fique baixo e com isso, facilitar a compra de componentes mais baratos para obtenção de um lucro cada vez maior.

#### - Neutro

Não haver um aumento no número de empresas que desejam obter o SIRA para controlar os seus estoques.

O preço de o dólar acabar ficando estagnado num certo valor não muito baixo e nem alto por um longo período de tempo.

#### - Pessimista

O SIRA não ser aceito no mercado, fazendo com que todo o investimento realizado para o seu desenvolvimento seja perdido.

O surgimento de concorrentes que fornecem um produto semelhante com uma qualidade maior.

### 7.6 AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA

#### 7.6.1 ANÁLISE SWOT

##### - Pontos fracos

Desenvolvimento demorado do produto.

Dependência de fornecedores para os componentes

##### - Pontos fortes

Rápida montagem dos módulos.

Atende aos requisitos especificados pelos clientes.

#### - Oportunidades

Fomento do governo em pesquisa e inovação. Pode ser usado para a formação de novos produtos.

Grande número de empresas que mantêm estoques e que necessitam localizar e /ou armazenar seus produtos de forma segura.

#### - Ameaças

Alta do dólar, tornando os preços dos componentes caros.

Surgimento de concorrentes que fabricam produtos semelhantes.

	<b>Pontos Fracos</b>	<b>Pontos Fortes</b>
Oportunidades	(Tentar realizar) Viabilizar estoques de componentes que serão utilizados quando os seus preços estiverem mais baixos para evitar que fique amarrado aos fornecedores.	Procurar um grande número de empresas que podem usar o nosso produto para atender as suas necessidades.
Ameaças	(A alta do dólar pode fazer com que os componentes fiquem muito caros e com isso fazendo com que o desenvolvimento demore, logo é necessário procurar novos fornecedores e negociar com eles preços mais baixos.)  Procurar novos fornecedores e negociar com eles preços mais baixos para tentar minimizar a alta do dólar e não fazer com que o desenvolvimento fique demorado.	Desenvolver produtos de alta qualidade que atendem aos requisitos especificados pelos clientes no menor tempo possível, para evitar a entrada de concorrentes.

**Quadro 32: Análise SWOT**

Fonte: autoria própria

## 7.6.2 CINCO FORÇAS DE PORTER

### - Concorrentes

As empresas Intrab, RM Equipamentos de segurança.

**- Fornecedores**

A Farnell, Texas Instruments, os sites TATO e Inhaos, todas as empresas fabricantes de componentes eletrônicos.

**- Compradores**

Mercado brasileiro de varejo.

Grandes empresas fabricantes de peças, tipo automotivas, militares, etc.

**- Substitutos**

Leitores de código de barra.

**- Entrantes**

Não apresenta para o SIRA.

Forças	Análise	Estratégias
<b>Concorrentes</b>	A nossa empresa apresenta algumas empresas que podem vir a oferecer um equipamento semelhante ao nosso.	Tentar oferecer sempre produtos de alta qualidade que atendem as exigências especificadas pelos clientes a preços mais baixos que os do concorrente.
<b>Fornecedores</b>	A nossa empresa apresenta certo número de empresas que oferecem os componentes que utilizamos	Aumentar o range de fornecedores para que a empresa não fique refém deles, por exemplo, para o mesmo tipo de componente termos cerca de 3 ou mais fornecedores.
<b>Compradores</b>	O nosso empresa apresenta um grande número de possíveis compradores.	Tentar atrair cada vez mais compradores para o nosso produto, através de demonstrações do funcionamento dele em feiras especializadas em segurança.
<b>Substitutos</b>	No mercado há um produto que pode vir a ser o nosso concorrente	Demonstrar as qualidades que o nosso produto tem em relação a este produto em específico.
<b>Entrantes</b>	Não temos produtos iguais ao nosso no mercado	Aproveitar que não temos entrantes no mercado e com isso, conseguirmos nos consolidar no mercado.

**Quadro 33: Cinco Forças de Porter**

Fonte: autoria própria

### 7.6.3 CICLO DE VIDA DAS TECNOLOGIAS

1- Leitor de RFID

2- Tags RFID

3- MSP

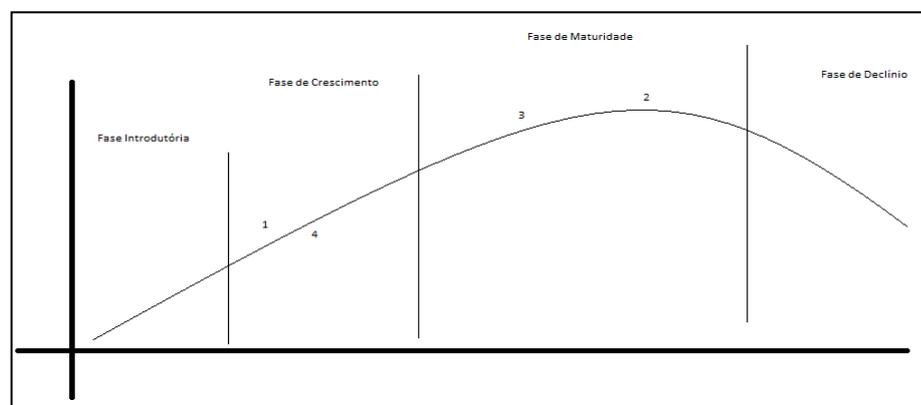
4- Antenas transmissoras e receptoras de RFID

O leitor de RFID está numa fase de crescimento, pois a tendência mundial é cada vez mais utilizar comunicação sem fio.

As *tags* são componentes que já são utilizados a muito tempo pelas empresas para marcar a entrada e saída de seus colaboradores, entretanto ainda será muito utilizada, logo esta tecnologia se encontra numa fase de maturidade.

Os MSPs são microcontroladores que apresentam oportunidades de crescimento muito elevado, pois são de baixo consumo de energia, apresenta poucas instruções somente, é fácil de trabalhar, apresenta um grande número de periféricos como *Timers*, ADCs, DACs entre outros que podem ser utilizados. Logo, esta tecnologia se encontra na fase de crescimento, pois muitos produtos podem vir a ser criados utilizando esta tecnologia.

Antenas transmissoras e receptoras de RFID são uma tecnologia nova, que ainda tem muito a crescer, pois como os leitores de RFID, a tendência mundial é cada vez mais utilizar comunicação sem fio.



**Figura 22: Ciclo de Vida das Tecnologias**

**Fonte: autoria própria**

## **7.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANO FINANCEIRO**

O plano financeiro elaborado é bastante promissor, pois em menos de um ano já consegue adquirir todo o investimento realizado, tendo uma lucratividade acima de 50%, o que é muito interessante para uma empresa recém-criada. A análise comprova que para alcançar os objetivos propostos terá que ser feito um investimento inicial de R\$300.000 no primeiro ano e a cada ano deve ser acrescido após este mais R\$100.000, para poder manter os custos fixos, pagar funcionários e custos com depreciação de máquinas, móveis e veículos. Entretanto, fatores como o preço do dólar baixo e o aumento de empresas que se interessem em proteger os seus estoques pode fazer com que aumente em muito o número de vendas o que pode acarretar em investimentos iniciais menores.

Logo, segundo a análise apresentada, é possível perceber que o negócio terá uma rentabilidade muito grande nos três primeiros anos com lucratividade acima de 50% neste período.

## CAPÍTULO 8

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de leitura de identificadores de rádio frequência é uma solução que se demonstra extremamente versátil e útil especialmente para aplicações como as que idealizaram o projeto do SIRA, ou seja, identificação rápida e remota de elementos de um estoque ou arquivo.

Foi feito todo o estudo relevante para se entender como seria possível a identificação de armas armazenadas em depósito do Instituto de Criminalística, lançando mão de uma alternativa eficiente e robusta, dada a importância do conteúdo desses depósitos para o procedimento de inquéritos policiais. Com a implantação desse sistema, procurou-se minimizar a probabilidade de extravios e maximizar a eficiência das buscas.

A seleção do MSP430 se deu para se atingir a uma das premissas do projeto, que é o baixo consumo, e esta se mostrou uma escolha satisfatória, suprimindo a necessidade de portas de entrada e saída e de periféricos.

Os estudos foram conduzidos também na área de comunicação wireless, seus protocolos mais difundidos, as vantagens e desvantagens, as precauções e os equipamentos mais adequados para as aplicações em questão, estudo esse que conduziu à seleção do conjunto RF-2400P e RF-2410U, ambos contendo o transceptor BK2421.

O módulo RF-2400P permitiu facilidade de interface com o MSP430 através da implementação de uma comunicação SPI. Já o RF-2410U, por conter interface USB operando através da biblioteca USBXpress da Silicon Labs., permitiu uma comunicação confiável com o PC para tratamento dos sinais recebidos e para programação do 8051 interno do módulo.

Os formulários e bancos de dados utilizados permitiram uma interação amigável com o usuário, que não necessita mais do que iniciar ou desabilitar conexões com o módulo USB através de botões para ter condições de fazer suas pesquisas.

Para comprovar o funcionamento adequado do SIRA para o propósito para que foi concebido, foi realizada uma bateria de testes que englobaram teste de distância máxima de recepção, teste de recepção em condições de interferência, teste de recepção em ambientes com grande quantidade de ferro, entre outros. Todos esses testes comprovaram o atendimento aos requisitos do sistema, bem como a critérios de confiabilidade e versatilidade.

Dada a alta carga de responsabilidades dos desenvolvedores durante o período reservado para desenvolvimento do projeto, o cronograma não pode ser cumprido da maneira proposta inicialmente. Entretanto, os prazos de entrega foram satisfatoriamente cumpridos. Obeve-se um custo baixo devido a facilidade de aquisição dos equipamentos eletrônicos utilizados e das tags para teste. Não houve custos com a placa de desenvolvimento do circuito, pois esta foi concedida.

O desenvolvimento do plano de negócios demonstrou a viabilidade da utilização econômica do SIRA numa possível empresa que venha a ser criada para desenvolvimento de produtos com essa tecnologia. Apesar do custo inicial de abertura da empresa, espera-se recuperação de investimentos em prazos relativamente curtos.

O projeto serviu bem ao seu propósito, satisfazendo as necessidades propostas e alcançando os seus objetivos. No futuro, é possível a implementação de novas funcionalidades como inclusão de dados no banco remotamente, visualização dos dados do formulário do PC em um display no próprio módulo de leitura da tag, entre outros, utilizando, principalmente, um canal de retorno entre o receptor e o transmissor. Para isso, seria necessária a utilização de microcontroladores mais poderosos e com mais pinos de entrada e saída disponíveis, o que faria necessária uma reestruturação do projeto.

A aplicação do SIRA poderá se estender a outros ambientes e outros tipos de elementos que podem necessitar de monitoramento e identificação.

## REFERÊNCIAS

HIMPE, Vicent. Visual Basic for Electronics Engineering Applications Second Edition. 2002.

INHAOS, 2012

Disponível em: <<http://www.inhaos.com/uploadfile/otherpic/DS-RF2400-V11-EN.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2012.

Leitor YET-125K-W.

Disponível em:

< <http://www.tato.ind.br/files/YET.pdf> >. Acessado em: 1 de outubro de 2012.

RF2400 Series Datasheet.

Disponível em:

<<http://www.inhaos.com/download.php?page=4>>. Acessado em: 2 de outubro de 2012.

RF2400P. Reference code - AVR

Disponível em:

<<http://www.inhaos.com/download.php?page=3>>. Acessado em: 2 de outubro de 2012.

RF2400P. Reference code - 8051

Disponível em:

<<http://www.inhaos.com/download.php?page=3>>. Acessado em: 2 de outubro de 2012.

RF2410 Series Datasheet.

Disponível em:

<<http://www.inhaos.com/download.php?page=3>>. Acessado em: 2 de outubro de 2012.

RF2410U USB RF Programming

Disponível em:

<<http://www.inhaos.com/download.php?page=3>>. Acessado em: 2 de outubro de 2012.

SIEMEINTCOSKI, Michael Eberle; WACKERHAGEN, Guilherme. Comunicação Serial: Protocolo SPI e periférico USART para microcontroladores - Parte2. Disponível em: <<http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/279>>. Acesso em: 13 out. 2012

TATO, 2012

Disponível em: <<http://www.tato.ind.br/files/YET.pdf> >. Acesso em: 1 out. 2012.

Texas Instruments. Datasheet MSP430G2553. Abril, 2011.

Texas Instruments. MSP-EXP430G2 LaunchPad Experimenter Board. Julho, 2010.

TEXAS INSTRUMENTS, 2012a

Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ug/slau318c/slau318c.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2012.

TEXAS INSTRUMENTS, 2012b

Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430g2553.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2012.

TUTORIAL DE VBA PARA ACCESS.

Disponível em: <[http://www.juliobattisti.com.br/artigos/office/vba\\_access\\_p1.asp](http://www.juliobattisti.com.br/artigos/office/vba_access_p1.asp)>. Acessado em: 5 de outubro de 2012.

WIKIPÉDIA, 2012a.

Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede\\_sem\\_fio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_sem_fio)>. Acessado em: 13 out. 2012

WIKIPÉDIA, 2012b

Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Peripheral\\_Interface\\_Bus](http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus)>.

Acesso em: 13 out. 2012.

WIKIPÉDIA, 2012c

Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>>. Acesso em: 12 out. 2012.

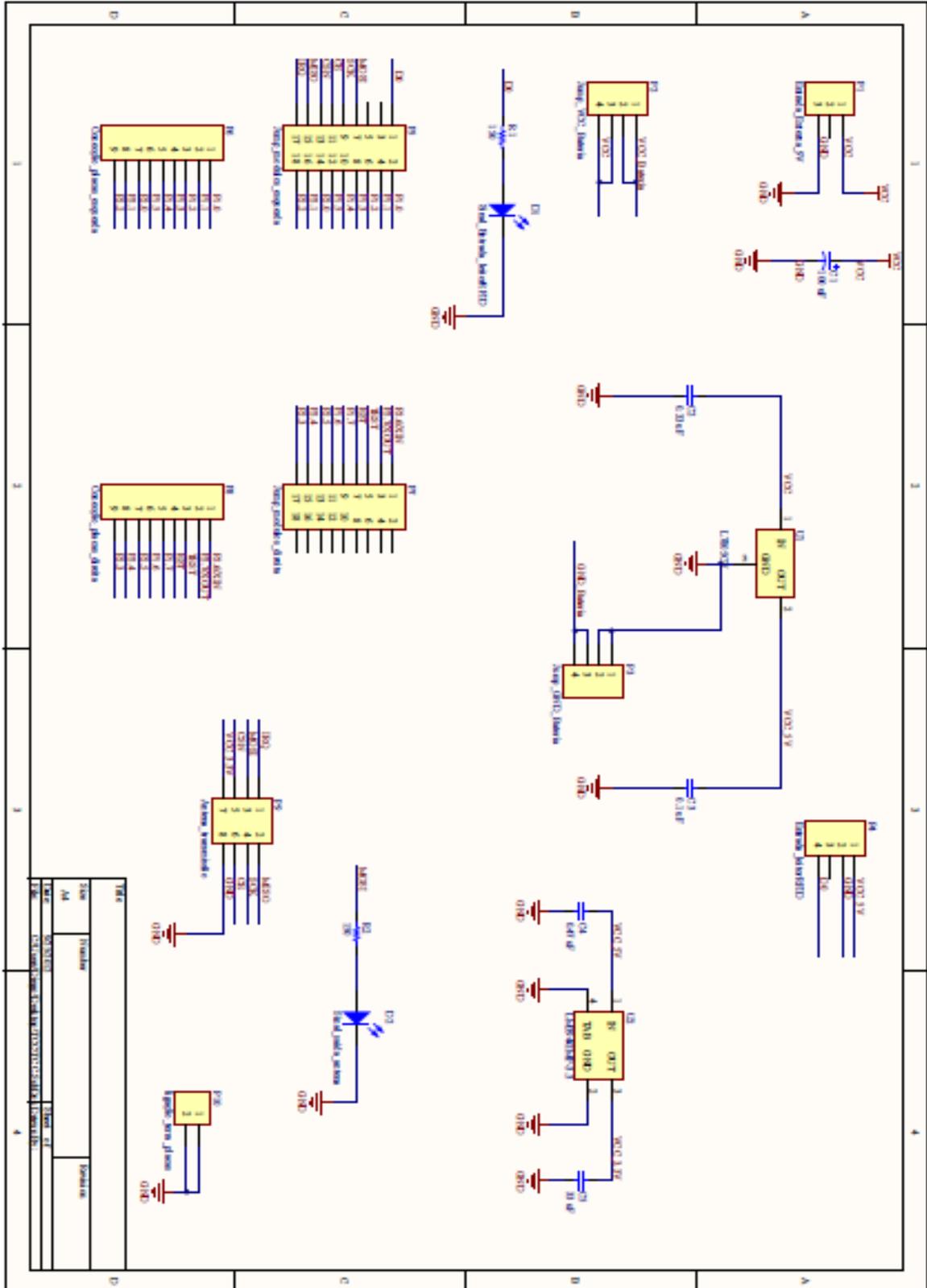
WIKIPÉDIA, 2012d

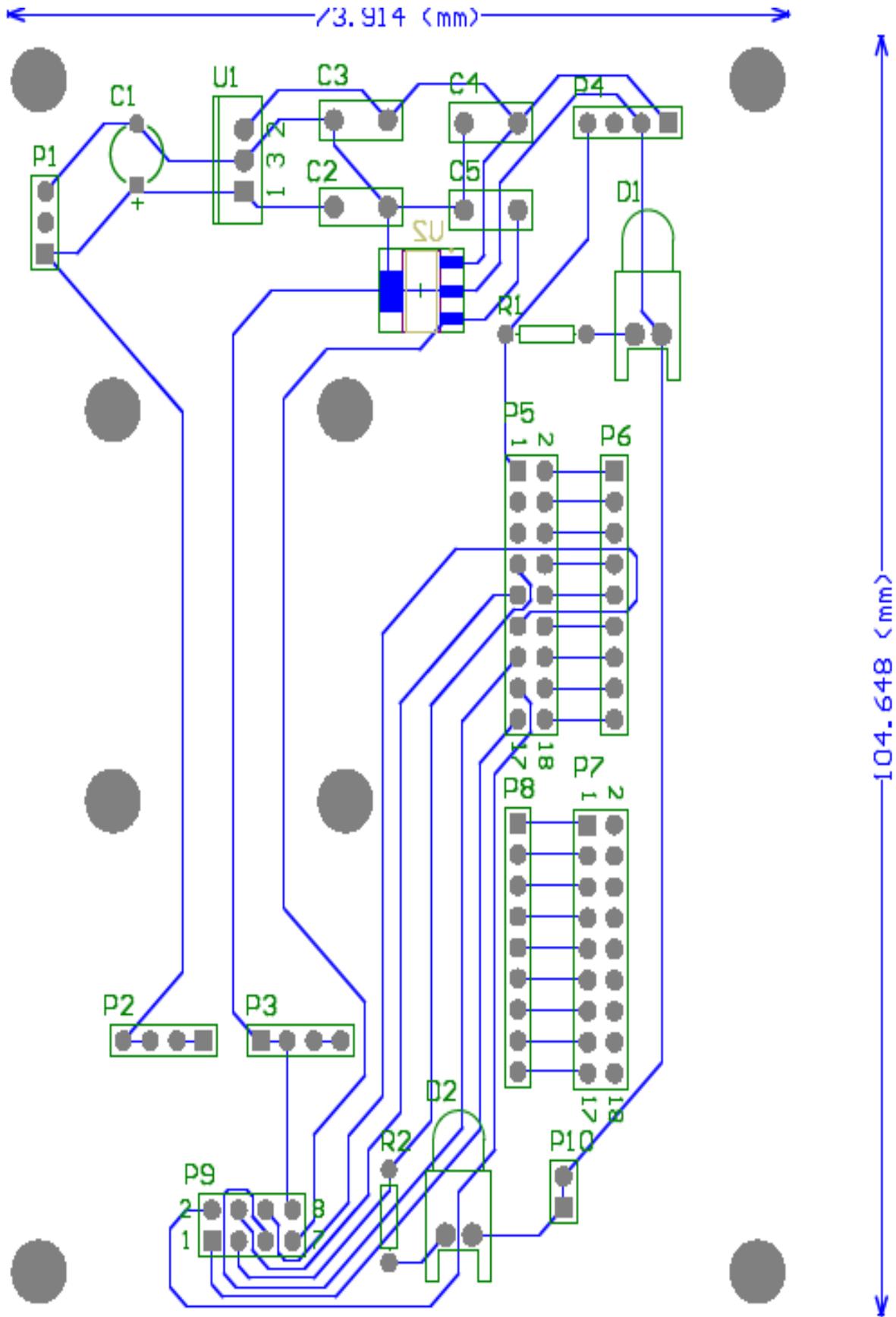
Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Identifica%C3%A7%C3%A3o\\_por\\_radiofrequ%C3%AAnCIA](http://pt.wikipedia.org/wiki/Identifica%C3%A7%C3%A3o_por_radiofrequ%C3%AAnCIA)>. Acesso em: 10 out. 2012.

# ANEXOS

## ANEXO A: Esquemático da placa de conexão dos módulos.



**ANEXO B: PCB projetado para conexão dos módulos.**

**ANEXO C: Lista de componentes necessários para conexão dos módulos.**

Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
100 uF	Polarized Capacitor (Radial)	C1	CAPPR5-5x5	Cap Pol1	1
0.33 uF	Capacitor	C2	CAPR5.08-7.8x3.2	Cap	1
0.1 uF	Capacitor	C3	CAPR5.08-7.8x3.2	Cap	1
0.47 uF	Capacitor	C4	CAPR5.08-7.8x3.2	Cap	1
33 uF	Capacitor	C5	CAPR5.08-7.8x3.2	Cap	1
Sinal_Entrada_leitor RFID	Typical INFRARED GaAs LED	D1	LED-0	LED0	1
Sinal_saida_antena	Typical INFRARED GaAs LED	D2	LED-0	LED0	1
Entrada_Externa_9 V	Header, 3-Pin	P1	HDR1X3	Header 3	1
Jump_VCC_Bateria	Header, 4-Pin	P2	HDR1X4	Header 4	1
Jump_GND_Bateria	Header, 4-Pin	P3	HDR1X4	Header 4	1
Entrada_leitorRFID	Header, 4-Pin	P4	HDR1X4	Header 4	1
Jump_modulos_esquerda	Header, 9-Pin, Dual row	P5	HDR2X9	Header 9X2	1
Conecção_placas_esquerda	Header, 9-Pin	P6	HDR1X9	Header 9	1
Jump_modulos_direita	Header, 9-Pin, Dual row	P7	HDR2X9	Header 9X2	1
Conecção_placas_direita	Header, 9-Pin	P8	HDR1X9	Header 9	1
Antena_transmissão	Header, 4-Pin, Dual row	P9	HDR2X4	Header 4X2	1
ligação_terra_placas	Header, 2-Pin	P10	HDR1X2	Header 2	1
150	Resistor	R1, R2	AXIAL-0.3	Res1	2
L7805CV	Positive Voltage Regulator	U1	TO220ABN	L7805CV	1
LM3940IMP-3.3	1A Low Dropout Reg	U2	MP04A_L	LM3940IMP-3.3	1