

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE ÔNIBUS
UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID

ADRIANO COSME REZENA

BLUMENAU
2006

2006/1-01

ADRIANO COSME REZENA

SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE ÔNIBUS

UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Regional de Blumenau para a obtenção dos créditos na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Sistemas de Informação — Bacharelado.

Prof. Dr. Oscar Dalfovo

**BLUMENAU
2006**

2006/1-01

**SISTEMA PARA RASTREAMENTO DE ÔNIBUS
UTILIZANDO A TECNOLOGIA RFID**

Por

ADRIANO COSME REZENA

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, pela banca examinadora formada por:

Presidente: _____
Prof. Dr. Oscar Dalfovo – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Miguel Alexandre Wisintainer – FURB

Membro: _____
Prof. Francisco Adell Péricas – FURB

Blumenau, 13 de julho de 2006

Dedico este trabalho a minha família e amigos que me ajudaram direta e indiretamente na realização deste.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial aos meus pais, que me conceberam e me deram o maior presente do mundo que é a vida. Todo o esforço, dedicação e cobrança, pois fizeram com que eu concluísse esta etapa.

Ao meu Tio Moacir e Luis pela sua dedicação e apoio. À Marlei por ter emprestado o leitor RFID. E também à Mirella e Jone pelo seu apoio.

Aos amigos, Gabriel, Amanda e Wagner, cada um me incentivou e ajudou de uma forma diferente, mas não menos importante. À Fernanda em especial que sempre me apoiou e disse que eu conseguiria. Além de sua grande ajuda para que eu conquistasse esta vitória.

Finalmente ao meu orientador, Dr. Oscar Dalfovo, por ter acreditado na conclusão deste trabalho.

Desistir é uma solução permanente para um problema temporário.

James MacArthur

RESUMO

A RFID apresenta-se como uma solução para processos produtivos onde se deseja capturar as informações sobre produtos que se encontram em movimento. Com ela, torna-se possível rastrear um produto ao longo de toda a cadeia de suprimento, desde sua saída da fábrica até sua chegada ao ponto-de-venda, implantando uma 'etiqueta inteligente' em cada produto a qual é simplesmente conhecida por 'tag'. Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um protótipo de um software para o controle da entrada e saída dos ônibus de uma empresa de transporte rodoviário, utilizando a tecnologia RFID e atualizando os dados em um servidor na *web*, fazendo com que os dados possam ser consultados de qualquer outra Rodoviária onde o mesmo sistema esteja implantado. Para que esta atualização e consulta possam ser feitas, a Rodoviária deve dispor de uma conexão com a internet. Essa necessidade foi constatada uma vez que o controle muitas vezes é inexistente ou feito através de guias e formulários que necessitam do preenchimento manual ou informada manualmente no sistema pelo responsável. Com o intuito de facilitar o trabalho do setor, este projeto visa automatizar esse processo, com a tecnologia RFID.

Palavras-chave: RFID, Rastreamento, Rádio frequência.

ABSTRACT

The RFID is presented as a solution for productive processes where it desires to capture the information on products that find in movement. With it, is possible to track a product throughout all the supplement chain, since its exit of the plant until its arrival to the one point-of-sell, implanting one 'intelligent label' in each product which simply is known by 'tag'. This work has for objective the development of an archetype of a software for the control of the entrance and exit of the buses of a company of road transport, using technology RFID and bringing up to date the data in a server in web, making with that the data can be consulted of any another Road where the same system is implanted. So that this update and consults can be made, the Road must make use of a connection with the internet. This necessity was evidenced a time that the control many times inexistent or is made through guides and forms that need the manual or informed fulfilling in the system for the responsible one manually. With intention to facilitate the work of the sector, this project aims at to automatize this process, from technology RFID.

Key-words: RFID, Tracking, Radio Frequency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Conector DB25 da porta paralela.....	17
Figura 2 – Conector DB9 para porta serial.....	18
Figura 3 – Cabo coaxial.....	19
Figura 4 – Cabo par trançado	20
Figura 5 – Caractere “T” em diversos formatos	21
Figura 6 – Leitor RW300, utilizado no desenvolvimento deste projeto.....	24
Figura 7 – <i>Tag</i> pequeno	26
Figura 8 – Diferentes modelos de <i>tag’s</i>	26
Figura 9 – Funcionamento do Rodar Monitor	30
Figura 10 – Funcionamento do aplicativo Rodar	31
Quadro 1 – Requisitos funcionais do Sistema.....	32
Quadro 2 – Requisitos não funcionais do Sistema	32
Figura 11 – Diagrama de Casos de Uso	33
Figura 12 – MER	35
Figura 13 – Diagrama de Classes	37
Figura 14 – Diagrama de atividades do processo de visualização de entrada e saída dos ônibus	38
Figura 15 – Diagrama de atividade do registro de entrada e saída.....	39
Figura 16 – Conexão da leitora à porta serial e a fonte de energia.....	40
Figura 17 – Tela do Rodar Monitor.....	44
Figura 18 – Tela de configuração da porta serial no Rodar Monitor	44
Figura 19 – Tela principal do Sistema Rodar	45
Figura 20 – Método chegouOnibus do <i>Web service</i>	46
Figura 21 – Cadastro de Cidades.....	47
Figura 22 – Cadastro dos Usuários do Sistema	47
Figura 23 – Cadastro dos Ônibus	48
Figura 24 – Cadastro das Rodoviárias.....	48
Figura 25 – Cadastro das Rotas	49
Figura 26 – Tela de <i>login</i> do Sistema.....	49
Figura 27 – Cadastro de Viagens.....	50
Figura 28 – Consulta dos Dados de uma Viagem	50

Figura 29 – Visualização da consulta do usuário (página <i>web</i>)	51
Figura 30 – Código PHP da página <i>web</i>	52
Figura 31 – Maquete utilizada no desenvolvimento do trabalho.....	53
Figura 32 – Entrada da rodoviária (maquete).....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pinagem da porta serial.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 2 – Descrição dos Casos de Uso	34
Tabela 3 – Especificação do dicionário de dados desenvolvido para o sistema.....	35

LISTA DE SIGLAS

OCR – Optical Character Recognition

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	14
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 ATUAL CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA	16
2.2 TRANSMISSÃO DIGITAL DE DADOS.....	17
2.2.1 Porta paralela.....	17
2.2.2 Porta serial.....	17
2.3 MEIOS FÍSICOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS	18
2.3.1 Cabo coaxial.....	19
2.3.2 Cabo de Par Trançado	19
2.3.3 Cabo de Fibra Óptica	20
2.4 TRANSMISSÃO DE DADOS POR RÁDIO-FREQÜENCIA.....	20
2.5 CONCEITOS DE RFID	21
2.5.1 Faixas de Frequência.....	22
2.5.1.1 Baixa Frequência	22
2.5.1.2 Alta Frequência.....	22
2.5.2 Segurança na Utilização de RFID	23
2.5.3 Leitora RFID	24
2.5.4 Tag's.....	25
2.5.4.1 Tag's ativos.....	25
2.5.4.2 Tag's passivos.....	25
2.5.4.3 Formas e Tamanhos	26
2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA RADIOFREQUÊNCIA.....	27
2.6.1 Vantagens do uso da Radio Frequência	27
2.6.1.1 Para a organização	27
2.6.1.2 Para os clientes	28
2.6.2 Desvantagens do uso da Radio Frequência.....	28
2.7 APLICABILIDADE DO RFID.....	29
3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	30
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	31

3.2	ESPECIFICAÇÃO	32
3.2.1	Modelo Conceitual	34
3.2.2	Dicionário de Dados.....	35
3.2.3	Diagrama de Classes	36
3.2.4	Diagrama de Atividades	37
3.3	ESPECIFICAÇÕES DO LEITOR UTILIZADO	39
3.4	IMPLEMENTAÇÃO	41
3.4.1	Técnicas e ferramentas utilizadas.....	41
3.4.1.1	Borland Developer Studio 2006	41
3.4.1.2	Power Designer.....	41
3.4.1.3	Web service	42
3.4.1.4	FireBird.....	42
3.4.1.5	Enterprise Architect	43
3.4.2	Operacionalidade da implementação	43
3.4.2.1	Registrando entrada e saída	43
3.4.2.2	Exibindo entrada e saída.....	45
3.4.2.3	Cadastros básicos.....	46
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.5.1	Resultados e testes.....	52
3.5.2	Análise dos aplicativos Rodar e Rodar Monitor em relação aos trabalhos correlatos	54
4	CONCLUSÕES.....	56
4.1	LIMITAÇÕES DO SISTEMA	58
4.2	EXTENSÕES	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

A identificação por Rádio Freqüência - *Radio Frequency Identification* (RFID) teve sua origem, segundo GS1 BRASIL (2003), em 1935, a partir de um dispositivo para identificar aviões aliados e inimigos e de lá, tem evoluído constantemente. Segundo Bernardo (2006), especialistas na área de tecnologia afirmam que mais cedo ou mais tarde, esta tecnologia estará nos produtos que qualquer consumidor vier a comprar.

De acordo com o Instituto Nacional de Telecomunicações (2005), a etiqueta de identificação por radiofreqüência é considerada a sucessora do código de barras. E o varejo vê na RFID a possibilidade de rastrear um produto ao longo de toda a cadeia de suprimento, desde sua saída da fábrica até sua chegada ao ponto-de-venda, implantando uma ‘etiqueta inteligente’ em cada produto, a qual é simplesmente conhecida por ‘tag’.

Segundo Stanton (2004), as vantagens potenciais de identificação por radiofreqüência sobre código de barras são diversas. A principal é realizar a identificação sem contato e sem ter que ter uma vista direta do produto. Esta tecnologia já é usada, por exemplo, em computadores, automóveis, cartões bancários e de crédito e até nos brincos de identificação de animais. Porém ainda não foi muito bem difundida, devido ao seu ainda alto custo (WENKEL, 2005).

Um problema encontrado, onde esta tecnologia seria de grande utilidade, é no controle dos ônibus de uma empresa de transporte rodoviário. A empresa precisa ter um controle de quanto tempo o ônibus levará para chegar até a próxima rodoviária, por onde ele já passou, em quais lugares ele ainda vai parar, ou quantos quilômetros faltam para ele chegar ao seu destino. Se a empresa não tem um controle para isso, os dados não podem ser comprovados. Não se pode saber com exatidão a quanto tempo o ônibus saiu de sua última parada e qual foi ela por exemplo. E muitas vezes, a aquisição destes dados torna-se necessária para os

processos internos da empresa.

Dentre alguns dos outros problemas relacionados pode-se citar a necessidade do cliente da empresa e não só da empresa de saber a localização do ônibus, fazendo com que o cliente possa se programar melhor para a chegada do ônibus, evitando imprevistos. Nas empresas que já possuem um sistema que faça esse controle, a entrada dos dados é manual, ou seja, sempre que um ônibus entra ou sai do terminal rodoviário, é necessário que alguém dê a entrada destes dados no sistema.

Essa proposta consiste em implantar um *tag* de RFID em um ônibus (já que ela pode resistir à presença de poeira, fluidos, alta temperatura ou vibração) e um leitor (que estará conectado a um microcomputador) na entrada e saída do terminal rodoviário, para que seja feita a marcação automática da chegada e saída do terminal. Os dados da entrada e saída serão gravados em um servidor remoto, através de um aplicativo (também previsto nesta proposta) que roda neste microcomputador. Um outro aplicativo (também previsto nesta proposta, que realizará o cadastro de ônibus, rodoviárias, rotas, linhas, viagens e cidades), ficará responsável pela apresentação dos dados ao usuário. A proposta consiste ainda, em disponibilizar uma página *web* para que os clientes possam fazer o acompanhamento (onde já passou, onde ainda vai parar) do seu ônibus.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do presente trabalho é desenvolver um sistema, que junto à tecnologia RFID, gerencie a entrada e a saída dos ônibus de uma empresa, nos terminais rodoviários, atualizando os dados em um servidor na *web*.

- a) efetuar a marcação da hora da chegada e da saída do ônibus na rodoviária em um banco de dados localizado em um servidor remoto;

- b) permitir que de outras rodoviárias, possa ser consultado o andamento das viagens;
- c) permitir que os clientes possam consultar o andamento dos seus ônibus, através de uma página na internet;

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta um estudo da tecnologia RFID tendo como resultado o desenvolvimento de um aplicativo para controle de entrada e saída de ônibus em um terminal rodoviário e outro aplicativo responsável por apresentar estes dados ao usuário.

O trabalho está organizado em 4 capítulos, conforme a descrição abaixo:

- o primeiro capítulo apresenta a introdução do projeto;
- o segundo capítulo apresenta o funcionamento do controle atual de algumas empresas que atuam no terminal rodoviário de Blumenau, bem como o funcionamento das partes que compõem a RFID, sua aplicabilidade, vantagens e desvantagens e como é feita a transmissão de dados;
- o terceiro capítulo apresenta os requisitos do sistema, modelo conceitual, dicionário de dados, diagrama de classes, atividades, ferramentas utilizadas e a funcionalidade do aplicativo desenvolvido;
- no quarto capítulo são apresentadas as conclusões, limitações e dificuldades encontradas junto a sugestões para continuidade do projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos necessários para a compreensão do funcionamento do atual controle de entrada e saída dos ônibus nas rodoviárias de Blumenau e região, bem como o funcionamento da tecnologia RFID e alguns tópicos relacionados a essa tecnologia.

2.1 ATUAL CONTROLE DE ENTRADA E SAÍDA

As empresas que atuam no Terminal Rodoviário de Blumenau possuem formas distintas de efetuar os controles de entrada e saída de seus ônibus. Algumas empresas fazem o controle da entrada e da saída dos ônibus, algumas só da saída e outras sequer fazem controle. Tomando como exemplo as empresas que controlam a entrada e a saída, o processo atual funciona da seguinte maneira: quando o ônibus chega à rodoviária, os funcionários encarregados dão a entrada do ônibus no sistema (informando, por exemplo, horário de chegada, motorista, número do ônibus, quantidade de pessoas para embarque, etc.), em seguida ajudam no desembarque dos passageiros que tiverem seu destino alcançado e efetuam o embarque dos que irão seguir viagem a partir dali. O ônibus aguarda o horário previsto para a sua saída e na hora da partida, o funcionário responsável efetua a saída do ônibus deste terminal rodoviário no sistema. Caso algum outro funcionário dessa empresa, localizado em outro terminal rodoviário queira verificar se o ônibus passou por determinado lugar, este dado já está atualizado no sistema.

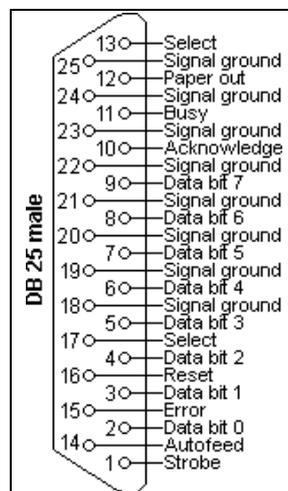
Porém vale salientar que não são todas as empresas que possuem esta preocupação. Algumas ainda se utilizam do telefone para buscar (caso necessário) informações sobre a localização de um determinado ônibus.

2.2 TRANSMISSÃO DIGITAL DE DADOS

A transmissão de dados entre o leitor RFID e o microcomputador que receberá os dados do leitor pode ser realizada de duas formas: através da porta serial e através da porta paralela (MANO, 1998).

2.2.1 Porta paralela

Conforme Mano (1998), na comunicação paralela, os bits são transmitidos simultaneamente em grupos (geralmente de byte a byte), através dos diversos pinos condutores. Desta forma, a taxa de transferência de dados é alta. A distribuição dos pinos pode ser acompanhada na figura 1.



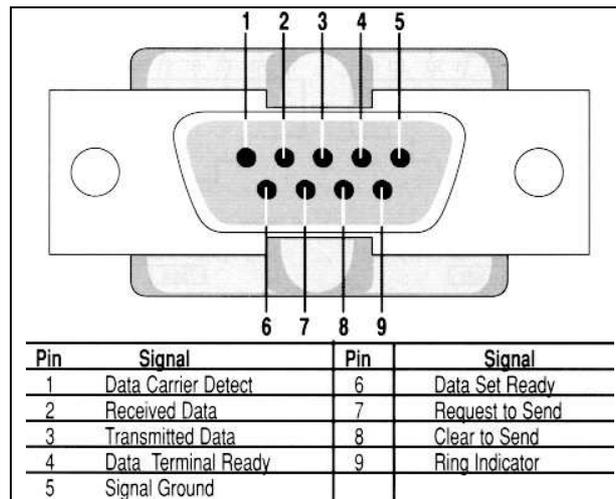
Fonte: LAMMERT BIES (1997-2006)

Figura 1 – Conector DB25 da porta paralela

2.2.2 Porta serial

Na porta serial, os dados são transferidos bit a bit, através de um único par condutor.

Na hora de serem enviados, os bytes são desmontados bit a bit e enviados individualmente. Ao chegarem à outra extremidade, os bits são contados e ao formarem 8 bits, são remontados, remontando o byte original. Como os bits são enviados um a um, a transmissão acaba sendo mais lenta do que na transmissão paralela (MANO, 1998).



Fonte: ONIX NETWORKINGCORP, (2006).

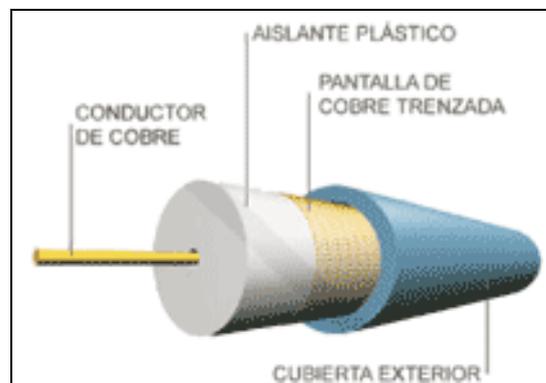
Figura 2 – Conector DB9 para porta serial

2.3 MEIOS FÍSICOS DE TRANSMISSÃO DE DADOS

Segundo Redes, (2006), os meios físicos são também conhecidos como canais de comunicação. É através destes canais que a informação trafega de um ponto até o outro. Este tipo de comunicação é classificado quanto à sua natureza e pode ser dividido em dois tipos: Encapsulados e Não Encapsulados. O tipo mais utilizado é o dos não encapsulados, onde se pode destacar como meio o ar, a água, o solo e o espaço sideral. Já os meios encapsulados são aqueles onde os dados trafegam sem contato com o ar. Alguns dos meios encapsulados podem ser vistos nos tópicos a seguir.

2.3.1 Cabo coaxial

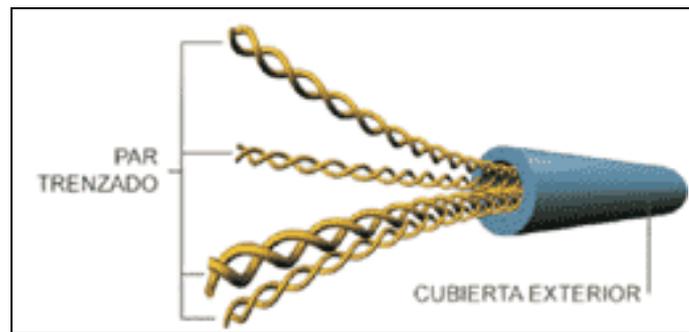
Possui dois condutores em forma de eixo, separados entre si e envoltos por um material isolante. O condutor interno é feito de cobre e é a parte mais rígida do cabo. O condutor externo é uma malha metálica que além de atuar como a segunda metade do circuito também o protege de interferências externas (outros campos eletromagnéticos), conforme visualização da figura 3.



Fonte: NEW PHONE (2006)
Figura 3 – Cabo coaxial

2.3.2 Cabo de Par Trançado

Este tipo de cabo é formado de pares de fios entrelaçados, separados um por material isolante (figura 4). Cada um destes pares constitui um condutor positivo e negativo, que ao serem dispostos como estão geram um campo eletromagnético que faz o papel de barreira contra interferências externas.



Fonte: NEW PHONE (2006)

Figura 4 – Cabo par trançado

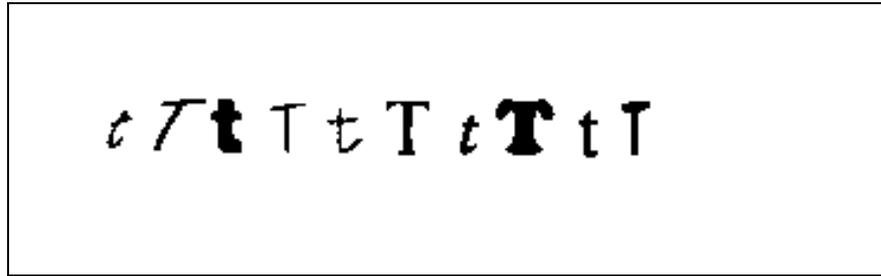
2.3.3 Cabo de Fibra Óptica

O material que compõe o cabo condutor de fibra óptica é uma substância derivada de material vítreo ou plástico, revestida por um material pouco refrativo. Os dados trafegam pela fibra óptica, na forma de sinais luminosos, gerados pela tecnologia *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (laser) ou por um *Light Emissor Diode* (LED).

2.4 TRANSMISSÃO DE DADOS POR RÁDIO-FREQÜENCIA

As primeiras tentativas de registro de informações têm pelo menos 18.000 anos e há cerca de 3.500 anos começaram as primeiras marcações de quantidades. Há aproximadamente 1.200 anos surgiram os algarismos, o que já permitiu algum tipo de computabilidade.

Finalmente, com o surgimento dos computadores, surgiram as primeiras tentativas de dar à máquina habilidade de reconhecimento de tais caracteres. Nasceu então a *Optical Character Recognition* (OCRs), mas o resultado era insatisfatório. A figura 5 demonstra o porque disto.



Fonte: NAVARRO (2006)

Figura 5 – Caractere “T” em diversos formatos

Os caracteres da figura 5 são todos um "T" minúsculo, seguido de um "T" maiúsculo. Como os caracteres são muito parecidos, criar um padrão para distingui-los é bastante complicado.

A partir desta necessidade surgiu o Código de Barras, que representa os caracteres através de barras e espaços de larguras variáveis e escritos em 2 cores contrastantes. Esse tipo de leitor óptico é muito utilizado até os dias de hoje, principalmente por causa do seu baixo custo.

Apesar de ser considerada a sucessora do código de barras, a tecnologia RFID começou sua caminhada durante a II Guerra Mundial, quando os aliados utilizaram aparelhos deste tipo para distinguir seus aviões dos aviões de seus inimigos. Porém na década de 90, a invenção passou do campo militar para a indústria, quando o *Massachusetts Institute of Technology* o aperfeiçoou e elaborou o código com o qual as informações são armazenadas em chips. Hoje a tecnologia pode ser aplicada em diversas áreas (AGÊNCIA EFE, 2006).

2.5 CONCEITOS DE RFID

A RFID é um sistema de identificação que utiliza a rádio frequência para localizar um determinado tipo de "etiqueta", mais conhecida como *tag*. Esse *tag* pode ser detectado pelo

leitor a uma distância significativa, sem o contato físico entre a etiqueta e o leitor, já que a radio frequência atravessa praticamente qualquer material sólido.

Um sistema de gestão, utilizando a informação contida nos *tags*, pode processá-la de tal maneira que atenda as suas necessidades. Outra vantagem da RFID sobre a leitura de códigos de barra, é que o *tag* permite o armazenamento de mais informações além do seu número de identificação (DELGADO, 2006).

2.5.1 Faixas de Frequência

De acordo com Bernardo, (2006), os sistemas RFID são definidos pela faixa de frequência na qual operam.

2.5.1.1 Baixa Frequência

Sua frequência varia entre 30KHz e 500KHz e servem para leituras de curta distância. Seu custo operacional é baixo e geralmente utilizado em controles de acesso, identificação e rastreabilidade de produtos, entre outras coisas.

2.5.1.2 Alta Frequência

Sua frequência varia entre 850MHz e 950MHz e de 2,4GHz a 2,5GHz. Geralmente aplicados à leitura em média e longa distâncias e leituras a alta velocidade. São utilizados em veículos e para coleta automática de dados.

2.5.2 Segurança na Utilização de RFID

Apesar de a tecnologia apresentar um grande progresso na vida cotidiana das pessoas, ela pode trazer alguns problemas aos seus usuários. As *tag's* RFID não contém nenhuma rotina ou dispositivo que proteja seus dados. Mesmo os *tag's* passivos, que têm raio de ação de poucos metros, podem ter suas informações extraviadas. Em se tratando de *tag's* ativos, o problema torna-se um pouco mais crítico, devido ao seu maior alcance de leitura (WIKIPÉDIA, 2006a).

Segundo McCullagh (2003), a solução para este problema seria alertar os consumidores que estão comprando um produto que contém o *tag*. O cliente deve ter o cuidado de verificar se o *tag* está desativado e se possível, que o mesmo seja implantado na caixa ao invés de implantar no em si. Assim, descartando a embalagem, o produto pode ser usado livremente. Caso tenha que ser inserido no produto, sua localização deve ficar num posição onde fica fácil a sua remoção.

Outro aspecto da segurança, conforme Nafal (2006) seria a prevenção de roubos. Assim como a RFID pode identificar a movimentação de objetos, ela pode ser usada para ajudar na redução de roubos durante o manuseio dos produtos dentro da cadeia de abastecimento, por exemplo, colocando portais RFID dedicados. Isso detectaria movimentos não autorizados dos produtos e preveniria o roubo de cargas ou produtos.

2.5.3 Leitora RFID

O princípio do funcionamento de um leitor RFID não é muito diferente de um leitor de código de barras em termos de função e conexão ao computador. A diferença é que o leitor RFID opera pela emissão de um campo eletromagnético (rádio frequência) que alimenta o *tag*, que por sua vez, retorna ao leitor o conteúdo de sua memória. Na figura 6 pode ser visualizado o leitor RW300.



Fonte: ASSA ABLOY (2006)

Figura 6 – Leitor RW300, utilizado no desenvolvimento deste projeto.

Ao contrário de um leitor de código de barras, o leitor RFID não precisa de campo visual para realizar a leitura do *tag*. Essa leitura pode ser feita através de diversos materiais como plásticos, madeira, vidro, papel, cimento, etc (WIKIPÉDIA, 2006c).

Algumas leitoras mais sofisticadas apresentam funções de checagem de paridade e correção de dados. Assim que o sinal for recebido e decodificado, podem ser aplicados alguns algoritmos que verifiquem se o sinal do *tag* que está sendo lido está se repetindo ou não (WIKIPÉDIA, 2006a).

2.5.4 Tag's

Os *tag's* de RFID podem ser caracterizados como Ativo ou Passivo. Atualmente a grande maioria de *tag's* implementados são *tag's* Passivos

2.5.4.1 *Tag's* ativos

Segundo Aver (2006), os *tag's* ativos, diferentemente dos *tag's* passivos, necessitam de uma fonte de energia para o seu funcionamento. Sua capacidade de armazenamento de informações é bastante superior ao *tag* passivo, pois além do número de identificação podem ser armazenadas informações complementares. Além de enviar e receber informações a uma distância maior. Este tipo de *tag* foi utilizado no desenvolvimento do trabalho

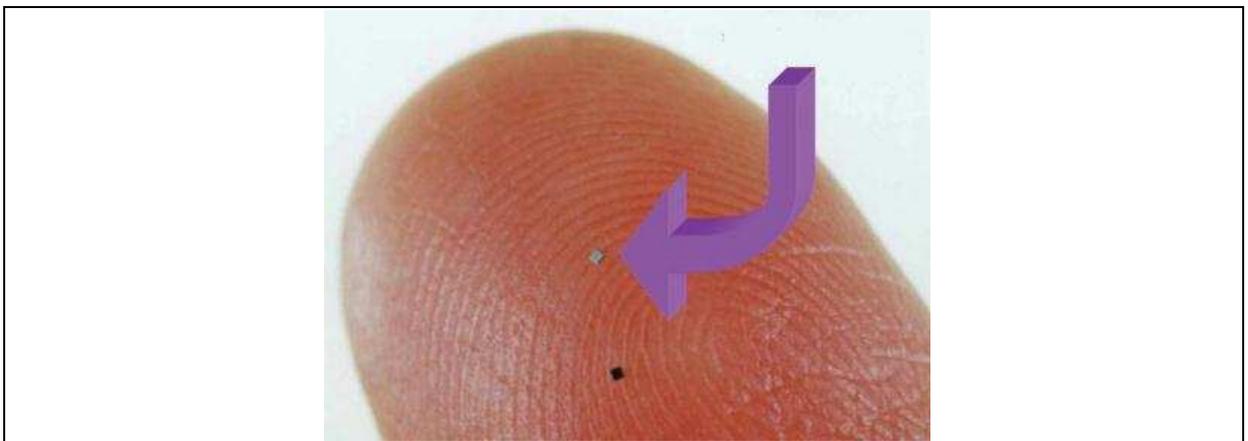
2.5.4.2 *Tag's* passivos

Estes *tag's* receberam este nome por são utilizados apenas para leitura. O leitor transmite um sinal que ativa o *tag* e este em seguida transmite para o leitor o seu número de identificação. Ao receber o sinal, o leitor decodifica os dados e os envia para um sistema ou servidor.

Como o *tag* só responde o seu número de identificação e não armazena nenhum dado, ele não possui bateria. A energia recebida através da Rádio Frequência é suficiente para que ele responda ao leitor. A energia que alimenta o leitor servirá para alimentar toda a transmissão de dados, assim a área de alcance é bastante reduzida, tipicamente, inferior a 60 centímetros (RFID.PT, 2006).

2.5.4.3 Formas e Tamanhos

Os *tag's* podem ser fabricados nos mais variados tipos e tamanhos. Tudo depende do tipo de aplicação no qual ele será utilizado (INTERNATIONAL PAPER KNOWLEDGE CENTER, 2006). A figura 7 apresenta um exemplo de *tag* do tamanho de um grão de areia e a figura 8 *tag's* nos mais variados formatos.



Fonte: Caroline, (2005)

Figura 7 – *Tag* pequeno



Fonte: TagProduct RFID, (2005)

Figura 8 – Diferentes modelos de *tag's*

Alguns possuem o tamanho de um lápis, outros são menores que um grão de arroz e

podem ser inseridos embaixo da pele. Geralmente utilizados em animais, mas também pode ser aplicado nos seres humanos. Outros possuem formas de parafuso e são utilizados para identificar tipos específicos de árvores. Os retangulares geralmente são utilizados em alguns produtos como um dispositivo anti-roubo. Os maiores são bem mais pesados e bastante resistentes. São geralmente utilizados para identificar containeres e veículos de grande porte, como caminhões ou trens.

2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DA RADIOFREQUÊNCIA

Embora considerada revolucionária, a tecnologia apresenta ainda alguns problemas que inviabilizam a sua utilização em determinados casos. A seguir as vantagens e desvantagens da aplicação da tecnologia na visão de alguns escritores.

2.6.1 Vantagens do uso da Radio Frequência

Segundo Intel (2006), ao contrário da tecnologia de código de barras tradicional, as leitoras de RFID podem digitalizar vários itens etiquetados simultaneamente sem que exista uma "linha de visão" entre a etiqueta e a leitora. Mas o mais importante do desenvolvimento da RFID está no modo como as empresas usam os dados obtidos. Para ele, a RFID beneficia tanto as organizações como os seus clientes, sendo estas as vantagens:

2.6.1.1 Para a organização

As vantagens são:

- um rastreamento mais adequado e preciso de recursos;

- melhor visibilidade ao longo da cadeia de abastecimento;
- aumento da capacidade de produção de acordo com a demanda;
- possibilita uma melhor identificação de falsificações, prevenção contra roubos e agiliza o processo de devolução;
- ajuda na identificação das áreas problemáticas na cadeia de abastecimento;
- gera um aumento da produtividade e reduz significativamente o custo operacional dos produtos.

2.6.1.2 Para os clientes

As vantagens são:

- o atendimento nas lojas será muito mais rápido;
- previne contra a compra de produtos falsificados;
- estoque sempre disponível no andar térreo;
- renovação de produtos;
- personalização de produtos e informações;
- possibilita uma reciclagem inteligente de produtos.

2.6.2 Desvantagens do uso da Radio Frequência

Quanto às desvantagens, Pinheiro (2004) afirma que:

- o custo da tecnologia RFID ainda é elevado, comparando-se aos sistemas de código de barras, o que cria um dos principais obstáculos para o aumento de sua aplicação comercial;

- sua utilização em materiais metálicos e condutivos pode interferir negativamente no desempenho. Entretanto, encapsulamentos especiais podem contornar este problema.

Fispal (2004) reforça que o preço desta tecnologia ainda possui um custo muito alto e afirma que, para alguns especialistas, a tecnologia se tornará viável para uma utilização em massa quando o preço cair para cerca de cinco centavos de dólar. Acredita-se que a partir daí compensaria etiquetar todos os produtos acima de um dólar. Mas algumas pesquisas indicam que dificilmente o preço da *tag* chegará a cinco centavos de dólar até 2008.

2.7 APLICABILIDADE DO RFID

A RFID já pode ser aplicada em inúmeras áreas como:

- Localizar e identificar cabeças de gado;
- Encontrar livros nas bibliotecas;
- Controlar a frota de automóveis de uma empresa;
- Controle de pedágio nas rodovias;
- Identificação de bagagens em aeroportos.

No entanto, a aplicação que irá alavancar em massa a tecnologia, ocorrerá nas lojas e supermercados, onde os clientes passarão suas compras sob um leitor, o qual enviará um sinal que ativará os *tag's* dos produtos adquiridos para que enviem as informações armazenadas em seus circuitos. Ao receber estes dados, o sistema calculará imediatamente o preço total da compra (DIDONET, 2006).

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Um aplicativo denominado Rodar Monitor irá registrar a chegada ou saída do ônibus no terminal rodoviário em uma base de dados situada em um servidor remoto.

A figura 9 representa o funcionamento deste aplicativo no microcomputador ao qual o leitor está conectado. Ao passar próximo ao leitor, o código da *tag* é lido e jogado para a porta serial do microcomputador, que lê os dados (que no caso é o código de identificação do ônibus) e registra a entrada ou saída do ônibus em um servidor remoto.

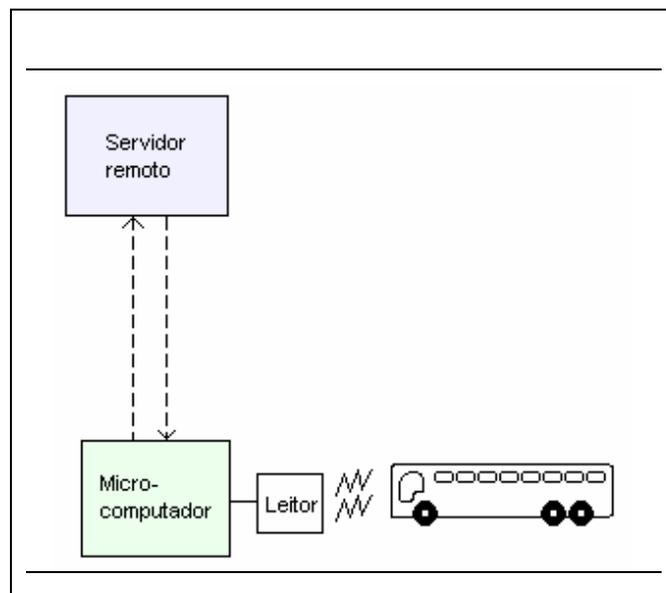


Figura 9 – Funcionamento do Rodar Monitor

Outro aplicativo denominado Rodar, irá acessar a mesma base remota que o Rodar Monitor, porém este irá fazer a interface com o usuário, apresentando os dados e permitindo acessar alguns cadastros básicos. Este aplicativo é responsável também, por demonstrar ao usuário que um ônibus acabou de entrar ou sair do terminal rodoviário. O seu funcionamento pode ser visualizado na figura 10.

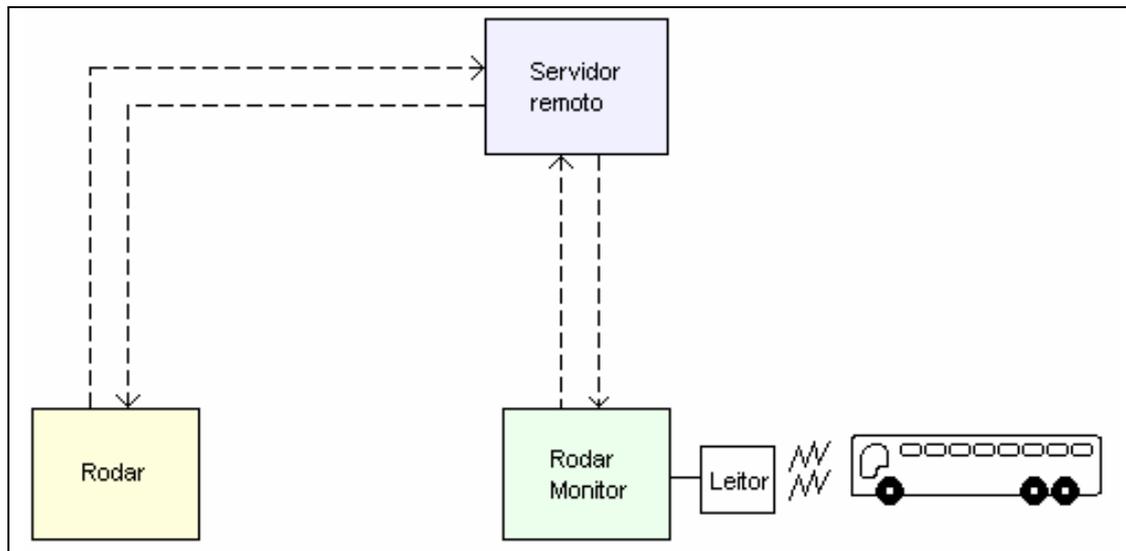


Figura 10 – Funcionamento do aplicativo Rodar

Ambos aplicativos, acessam os métodos de um *Web service* localizado no mesmo servidor remoto que o banco de dados. Todo o acesso ao banco é realizado pelo *Web service*, os aplicativos apenas importam os dados deste *Web service*.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O Quadro 1 apresenta os requisitos funcionais previstos para o sistema, identificando os requisitos que deverão ser implementados.

Requisitos Funcionais
RF01: O sistema deverá registrar a entrada do ônibus.
RF02: O sistema deverá registrar a saída do ônibus.
RF03: O sistema deverá manter os dados de ônibus.
RF04: O sistema deverá manter os dados de cidades.
RF05: O sistema deverá manter os dados de rodoviárias.

RF06: O sistema deverá manter os dados de linha (origem/destino).
RF07: O sistema deverá manter os dados de rotas.
RF08: O sistema deverá manter os dados de usuários.
RF09: O sistema deverá efetuar a validação de <i>login</i> .
RF10: O sistema deverá permitir a consulta dos dados de uma viagem.
RF11: O sistema deverá manter os dados das viagens.
RF12: A página <i>web</i> deverá permitir que o cliente acompanhe o andamento da viagem do ônibus.

Quadro 1 – Requisitos funcionais do Sistema

O Quadro 2 lista os requisitos não funcionais previstos para o sistema.

Requisitos Não Funcionais
RNF01: O sistema deverá utilizar banco de dados <i>FireBird</i> .
RNF02: O sistema deverá ser desenvolvido no ambiente <i>Borland Developer Studio 2006</i>
RNF03: O sistema deverá rodar em Sistema Operacional Windows 98 ou Superior.
RNF04: Para a implementação da página web que permitirá a consulta por parte do cliente, será utilizada a linguagem PHP.
RNF05: A conversação entre os programas cliente e o servidor remoto deve ser feito através de <i>Web services</i> .
RNF06: O computador que fará a leitura deve possuir uma porta serial.

Quadro 2 – Requisitos não funcionais do Sistema

3.2 ESPECIFICAÇÃO

A especificação do sistema foi feita seguindo a linguagem de modelagem *Unified*

Modeling Language (UML). Ela é uma linguagem para especificar, construir, visualizar e documentar um sistema de software (MACORATTI, 2006).

Para realizar a modelagem, foi utilizado o diagrama de casos de uso. Para a especificação do protótipo, utilizou-se a ferramenta CASE *Enterprise Architect* (SPARX SYSTEMS, 2006).

A figura 11 especifica o diagrama de casos de uso do sistema, onde como atores o sistema possui o cliente, o usuário e a Leitora RFID. A seguir são detalhados os casos de uso do aplicativo desenvolvido.

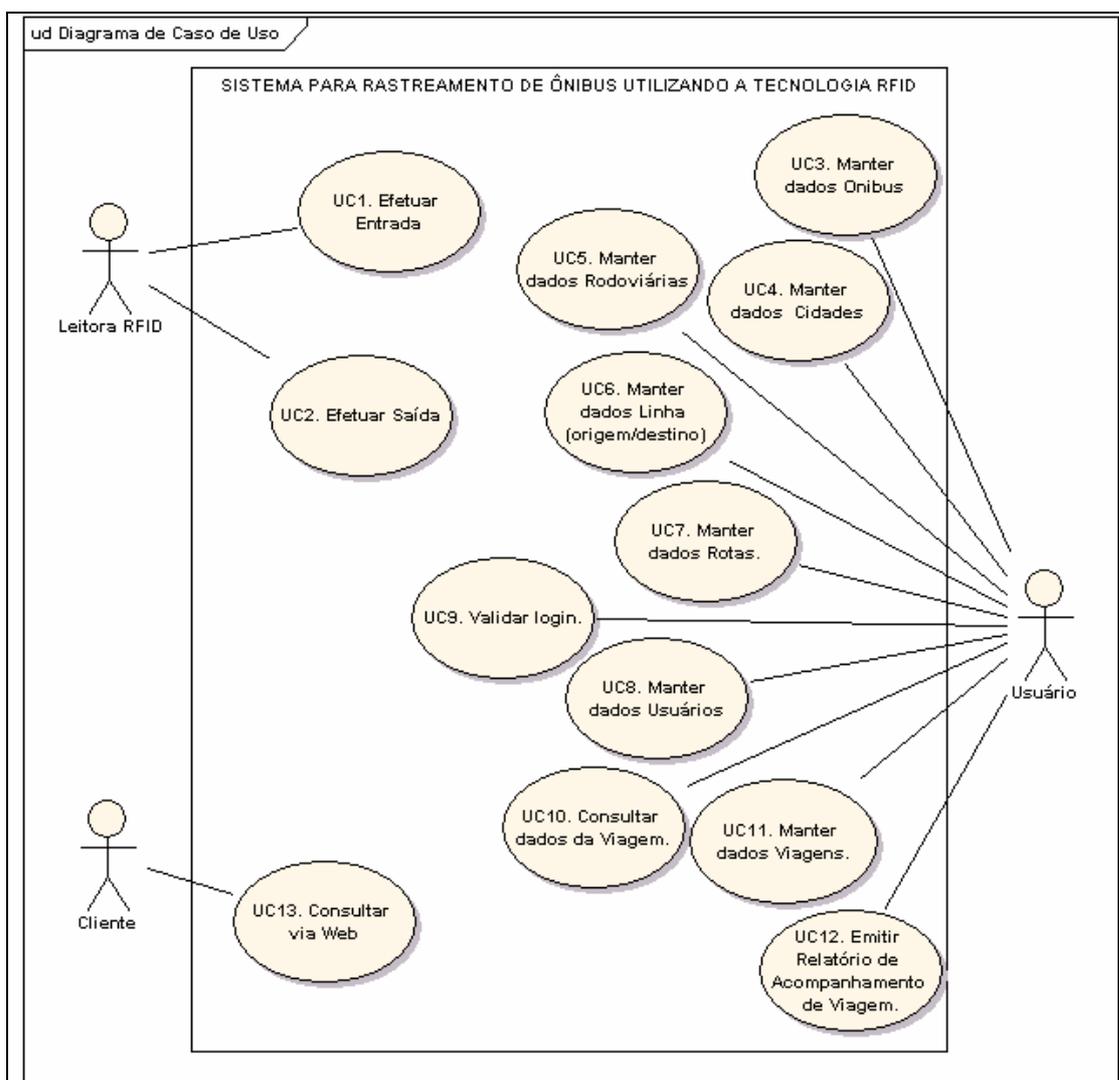


Figura 11 – Diagrama de Casos de Uso

Tabela 2 – Descrição dos Casos de Uso

DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO	
UCS	Descrição
01	Registrar a hora de chegada de um ônibus ao terminal rodoviário.
02	Registrar a hora de saída de um ônibus do terminal rodoviário.
03	Permite ao Usuário incluir um novo ônibus, alterar seus dados e torná-lo inativo.
04	Permite ao Usuário incluir uma nova cidade, alterar seus dados ou inativá-la.
05	Permite ao Usuário incluir uma nova Rodoviária (ponto de parada), alterar seus dados ou inativá-la.
06	Permite ao Usuário incluir novas Linhas, que são as origens e destinos das viagens realizadas pela empresa.
07	Permite ao Usuário criar um relacionamento entre as cidades e suas distâncias onde o somatório destas apresenta a distância da Linha. É permitida também a alteração e exclusão destas rotas. Desde que não estejam sendo utilizadas em nenhuma Linha.
08	Permite ao técnico informar os dados de um novo usuário do sistema, bem como alterar ou excluir informação do Usuário.
09	Verifica se o Usuário tem a permissão para acessar o sistema.
10	Permite ao Usuário verificar quais Linhas estão em aberto e selecionando uma delas, verificar por quais Terminais Rodoviários o ônibus já passou e por quais ainda deve passar.
11	Permite ao Usuário agendar uma viagem, utilizando um dos ônibus cadastrados e uma das linhas.
12	Permite que o cliente que possui acesso à internet, verifique por qual terminal rodoviário o seu ônibus já passou. Evitando espera prolongada no Terminal, caso o ônibus tenha sofrido algum atraso.

3.2.1 Modelo Conceitual

Na figura 12, pode ser visualizado o modelo conceitual (MER), através do qual foram geradas as tabelas utilizadas no aplicativo.

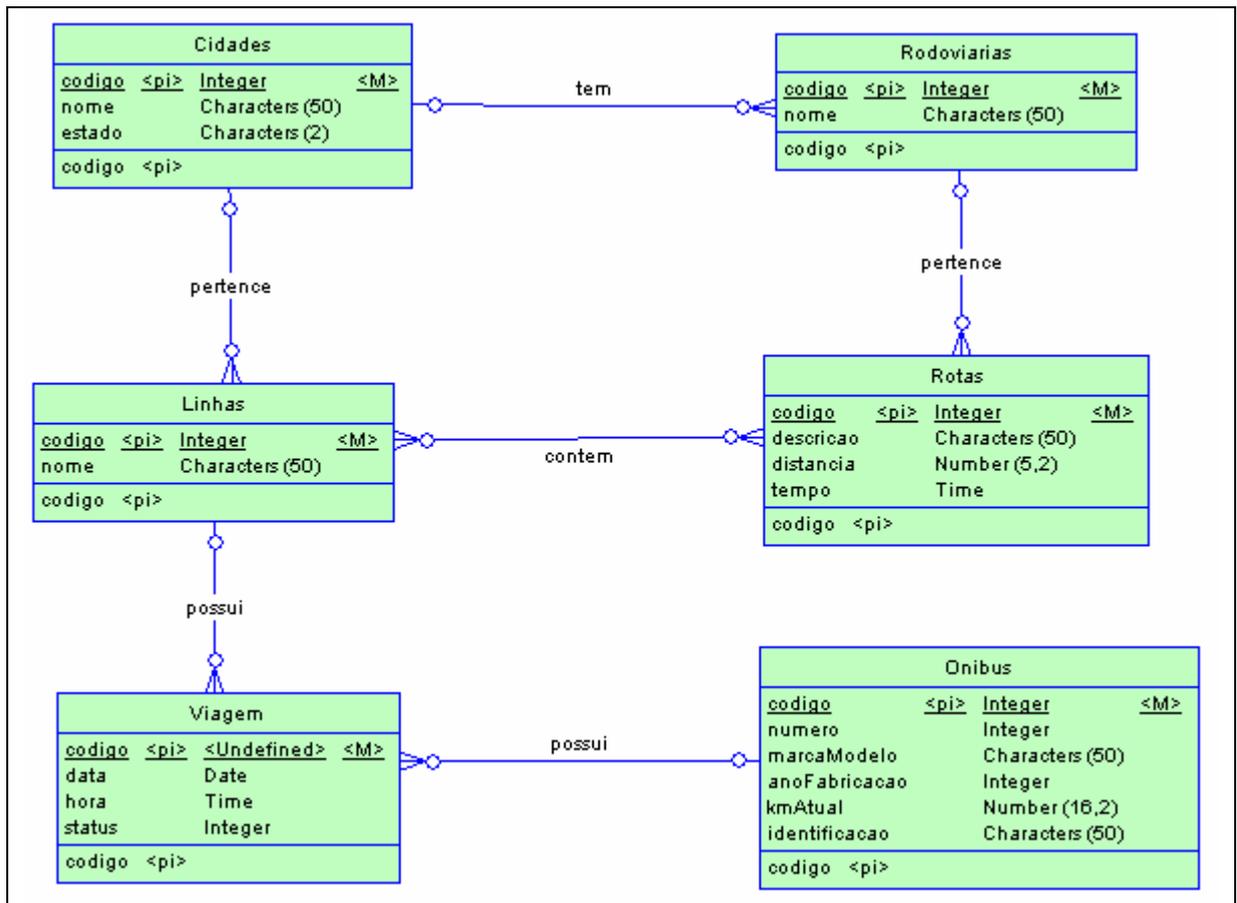


Figura 12 – MER

3.2.2 Dicionário de Dados

Tabela 3 – Especificação do dicionário de dados desenvolvido para o sistema.

Cidades			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código da Cidade	Numérico	4
nome	Nome da Cidade	Alfanumérico	50
estado	Sigla do Estado	Alfanumérico	2
Ônibus			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código do ônibus	Numérico	4
numero	Número do ônibus	Numérico	4
marcaModelo	Marca/Modelo ônibus	Alfanumérico	50
anoFabricacao	Ano de fabricação	Numérico	4
kmAtual	Quilometragem atual	Valor	10
identificação	Código do Tag	Alfanumérico	50
Rodoviarias			

Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código da Rodoviária	Numérico	4
nome	Nome da Rodoviária	Alfanumérico	50
cidade	Cód. da Cidade	Numérico	4
Rotas			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código da Rota	Numérico	4
descricao	Nome da Rota	Alfanumérico	50
distancia	Distância entre as Cidades	Valor	5
Tempo	Tempo entre as Cidades	Hora	5
rodoviariaOrigem	Cidade de origem	Numérico	4
rodoviariaDestino	Cidade de destino	Numérico	4
Linhas			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código da Linha	Numérico	4
nome	Nome da Linha	Alfanumérico	50
cidadeOrigem	Cidade que origina a Linha	Numérico	4
cidadeDestino	Cidade destino da Linha	Numérico	4
Viagem			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
codigo	Código da Viagem	Numérico	4
data	Data da Viagem	Data	10
hora	Hora que sairá o Ônibus	Hora	5
onibus	Ônibus que a realizará	Numérico	4
linha	Linha que o Ônibus percorrerá	Numérico	4
status	Viagem aberta ou fechada	Numérico	4

3.2.3 Diagrama de Classes

A Figura 13 demonstra o diagrama de classes do sistema, que possui as classes: Usuário (usuários com direito a utilizar o aplicativo Rodar), Viagem (viagem em si com todas as suas informações), Linha (linha que o ônibus realiza, origem e destino), Ônibus, Cidades, Rodoviárias (rodoviárias onde os ônibus fazem escala), Rota (rodoviárias onde o ônibus faz escala durante a linha).

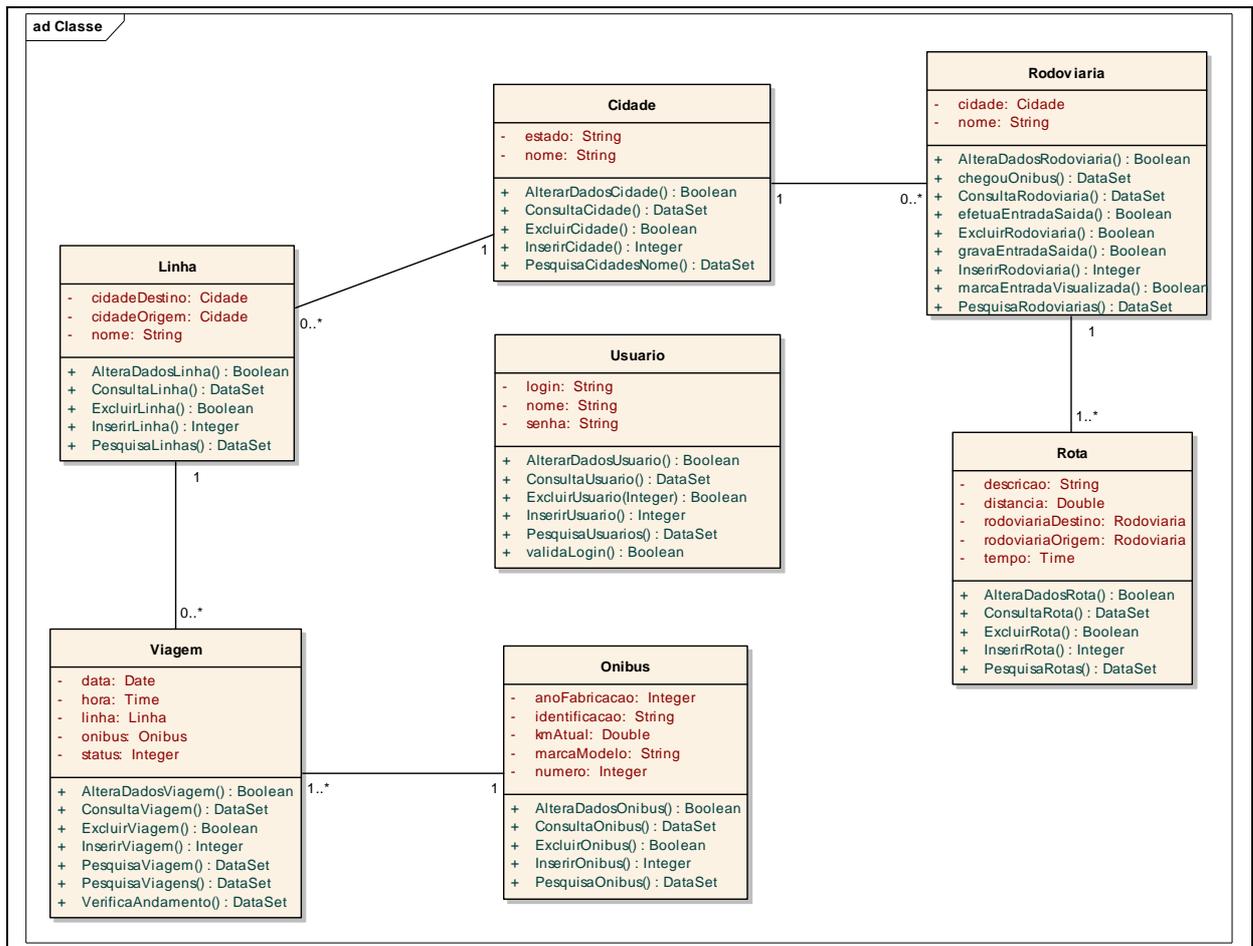


Figura 13 – Diagrama de Classes

3.2.4 Diagrama de Atividades

Um diagrama de atividades representa os estados de uma atividade e são orientados a fluxos de controle. Os dois fluxos principais podem ser acompanhados nas figuras 14 e 15 a seguir.

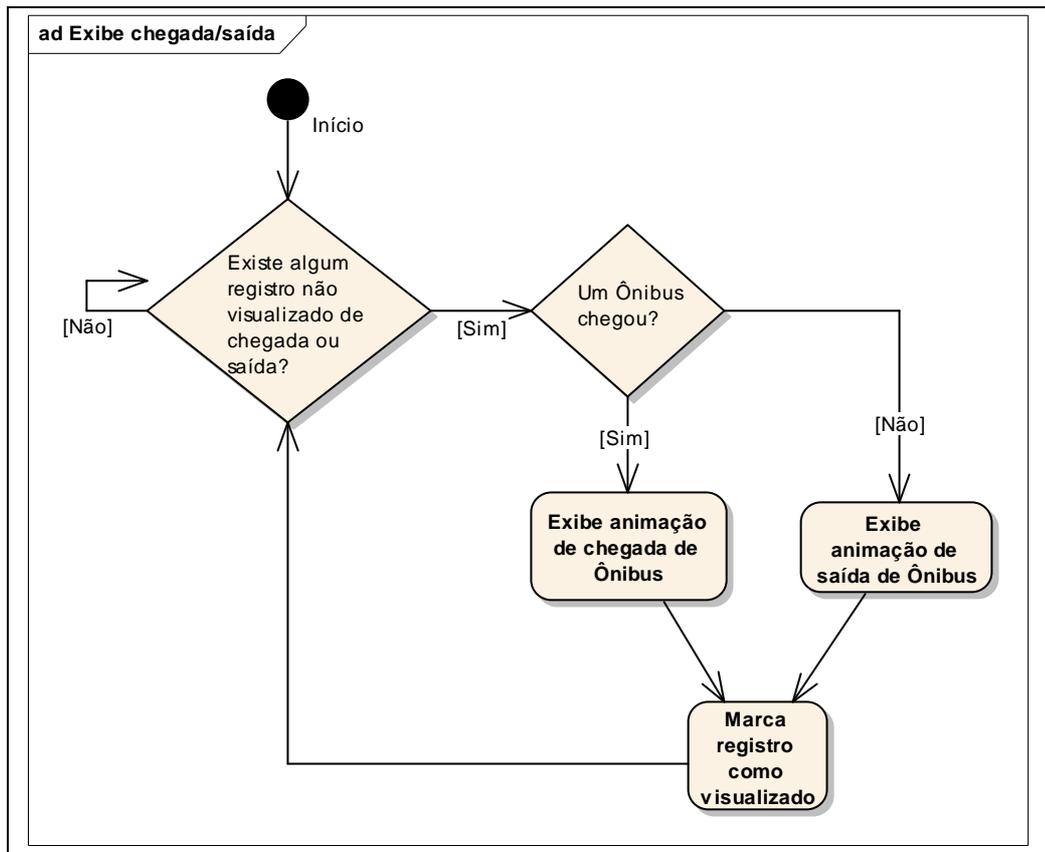


Figura 14 – Diagrama de atividades do processo de visualização de entrada e saída dos ônibus

O diagrama da figura 14 representa o processo realizado pelo aplicativo Rodar, ao efetuar a consulta ao banco de dados localizado em um servidor remoto e verificar algum ônibus chegou ou saiu da rodoviária. Caso haja algum registro para ser exibido, após sua exibição o sistema marca o registro como visualizado para que na próxima consulta ele não seja visualizado.

Na figura 15, o diagrama representa o processo realizado pelo aplicativo Rodar Monitor sempre que um ônibus é identificado pela leitora. Sempre que chegam dados na porta serial, o sistema chama o método do *Web service* que verifica se este ônibus está realizando uma viagem ou não. Caso esteja, faz as verificações necessárias para ver se é uma entrada ou saída e a registra, marcando-a como não visualizada, para que o aplicativo Rodar possa identificar este registro e o exibir posteriormente. Na seqüência, o Rodar Monitor volta a

monitorar a porta serial em busca de novos dados.

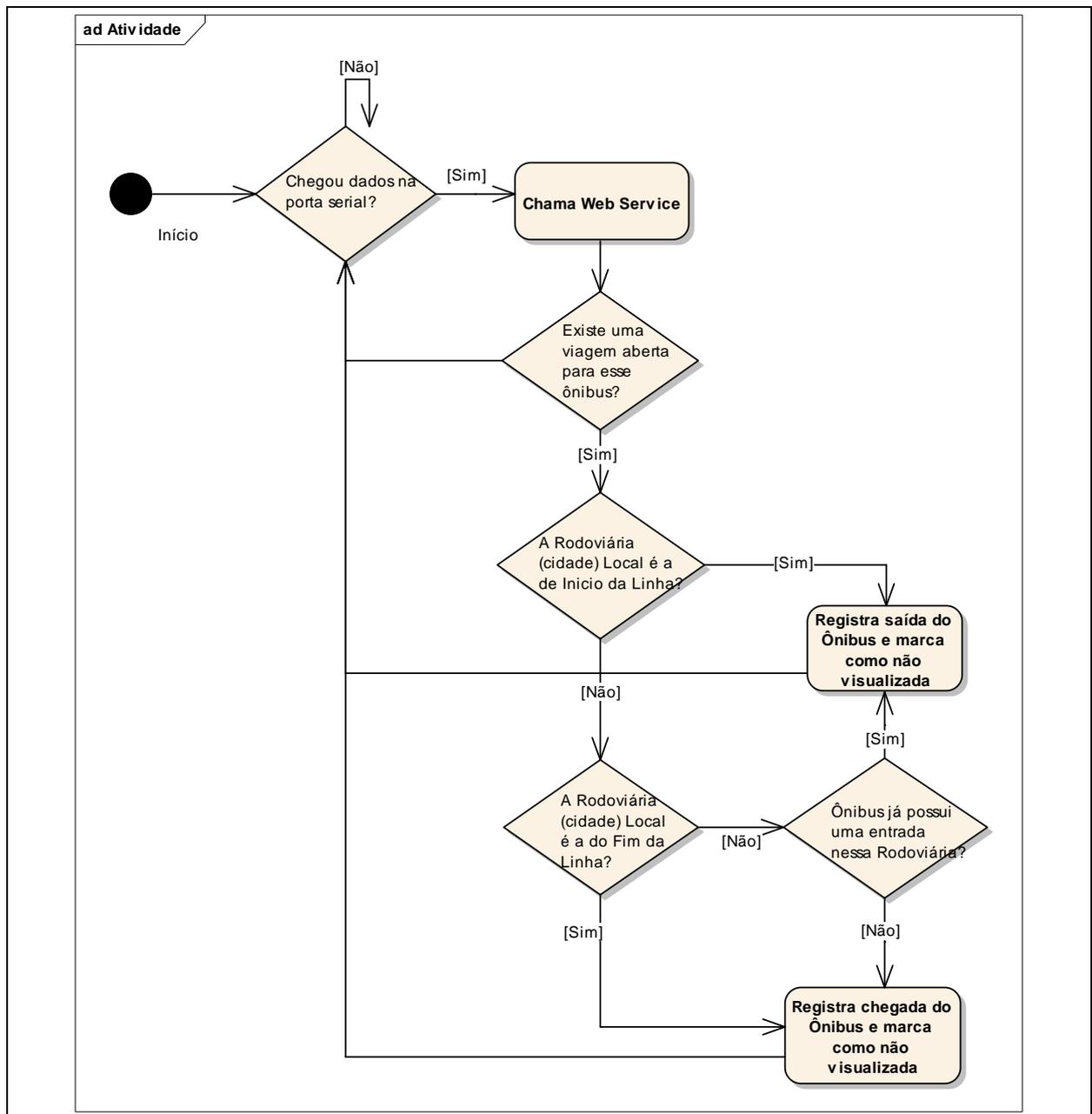


Figura 15 – Diagrama de atividade do registro de entrada e saída

3.3 ESPECIFICAÇÕES DO LEITOR UTILIZADO

O Leitor utilizado no desenvolvimento deste trabalho foi o RW300 da iClass. Suas especificações são as seguintes:

- Faixa de Leitura Típica Máxima: de 5,0 a 7,6 cm utilizando Cartão iCLASS HID;
- Dimensões: 8,38 cm x 8,38 cm x 1,91 cm;
- Material: Policarbonato UL94;
- Fonte de Alimentação: 10 - 16 VCC protegida contra inversão de tensão;
- Requisitos de Corrente (Média/Pico): 80/300 mA @ 12 VCC;
- Temperatura de Operação: de -35 a 65 °C;
- Umidade de Operação: de 5% a 95% de umidade relativa sem condensação;
- Peso: 113,4 g;
- Frequência de Transmissão: 13,56 MHz

Conforme a figura 16, somente os pinos 2 (recepção de dados), 3 (transmissão de dados) e 5 (terra) foram utilizados para conectar a leitora ao microcomputador.

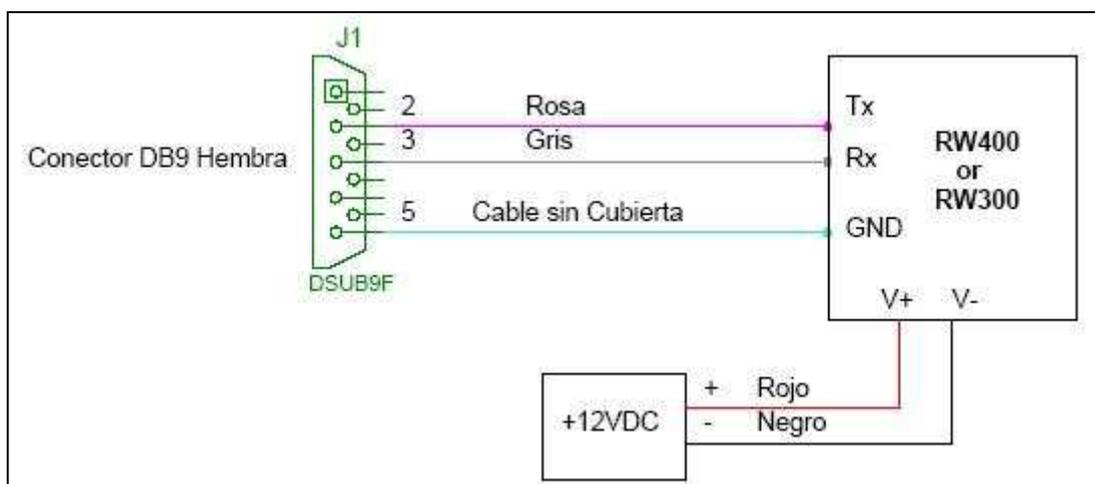


Figura 16 – Conexão da leitora à porta serial e a fonte de energia

3.4 IMPLEMENTAÇÃO

Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizado o ambiente *Borland Developer Studio*, onde foram utilizadas as linguagens Delphi Win32 e Delphi .NET, para implementar os *Web services* e os aplicativos Rodar e Rodar Monitor.

3.4.1 Técnicas e ferramentas utilizadas

A seguir serão apresentadas as técnicas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

3.4.1.1 Borland Developer Studio 2006

O *Borland Developer Studio* 2006 inclui suporte RAD completo a C++ e C#, além das linguagens de programação Delphi Win32 e Delphi .NET. O desenvolvimento deste trabalho foi feito utilizando Delphi Win32 e Delphi.NET. O Delphi Win32 foi utilizado no desenvolvimento do aplicativo que recebe os dados da leitora RFID. E no desenvolvimento do aplicativo que é acessado pelo usuário para realizar os cadastros e consultas dos dados foi utilizado o Delphi.NET.

3.4.1.2 Power Designer

Esta é uma ferramenta Case desenvolvida pela *Sybase*, para modelar projetos de software. Para este trabalho, somente o módulo que permite o desenvolvimento do modelo de entidade e relacionamento (MER) foi utilizado. A ferramenta permite também realizar a

engenharia reversa (SYBASE, 2006).

3.4.1.3 Web service

Os *Web services* são aplicativos distribuídos que foram desenvolvidos com o intuito de permitir uma maior integração entre os diversos aplicativos e serviços disponíveis na internet. Este novo modelo em crescimento deve tratar tarefas complexas, como o gerenciamento de transações, através da disponibilização de serviços distribuídos que utilizem interfaces de acesso simples e bem definidas. Resumindo, *Web services* são usados para disponibilizar serviços interativos na *web* que podem ser acessados por outras aplicações.

Imagine um site de vendas na Internet que necessite validar o crédito dos seus clientes antes de proceder com a venda. O site então chama um *Web service* que faz toda a verificação de crédito: Checando o histórico de compras, situação de crédito, etc. Após obter os dados o *Web service* retorna a situação de crédito deste consumidor para o site. Este é apenas um exemplo, entre tantos, de utilização de *Web services* (CUNHA, 2002).

3.4.1.4 FireBird

Firebird é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados de alta performance, totalmente livre de licenças e registro, que roda tanto na plataforma Windows como numa variedade de plataformas Unix. O Firebird foi desenvolvido por programadores quem assumiram o projeto de identificar e corrigir inúmeros *bugs* do Interbase da Borland, que teve o seu código aberto no dia 25 de Julho de 2000, quando estava na versão 6.0. Este SGBD se encontra hoje na versão 1.5 e já se fala numa versão 2.0 que ainda está em desenvolvimento e trará muitas inovações (WIKIPÉDIA, 2006c).

3.4.1.5 Enterprise Architect

Desenvolvido pela *Sparsystem* da Austrália, permite a criação de todos os diagramas previstos pela UML e cobre toda notação da *Object Management Group* (OMG).

Disponibiliza também a geração de código e engenharia reversa para manutenção dos modelos (COSTA, 2002).

3.4.2 Operacionalidade da implementação

O Rodar tem o objetivo de exibir ao Usuário as entradas e saídas dos Ônibus na Rodoviária, já o aplicativo Rodar Monitor é o responsável por registrar estes dados.

3.4.2.1 Registrando entrada e saída

A figura 17 representa a tela do sistema Rodar Monitor. O Rodar Monitor é o responsável por registrar a entrada e a saída dos ônibus do terminal rodoviário. Ele faz isso “escutando” a porta serial do microcomputador, sendo assim, quando um ônibus que contém uma *tag* RFID passa próximo ao leitor, o sistema captura os dados jogados pelo leitor na porta serial do microcomputador e extrai o número de identificação do Ônibus. Com este número ele consulta no banco de dados remoto através da chamada de um *Web service*, se existe uma viagem em aberto para este Ônibus. Se não houver o sistema ignora a entrada ou saída atual e continua escutando a porta serial para verificar se um outro ônibus chegou. Caso contrário, o sistema verifica se esta identificação trata-se de uma entrada ou saída e a registra.

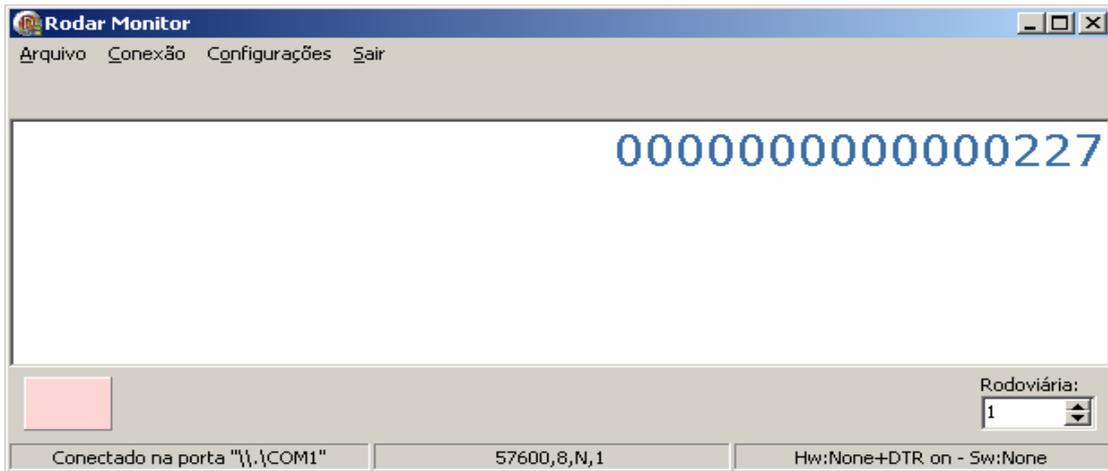


Figura 17 – Tela do Rodar Monitor

Ao clicar no menu “Configurações”, visto na figura 17, o sistema exibe a tela de configuração da porta serial (figura 18). Nela devem ser informadas as especificações fornecidas pelo fabricante e informada a qual porta a leitora está conectada.

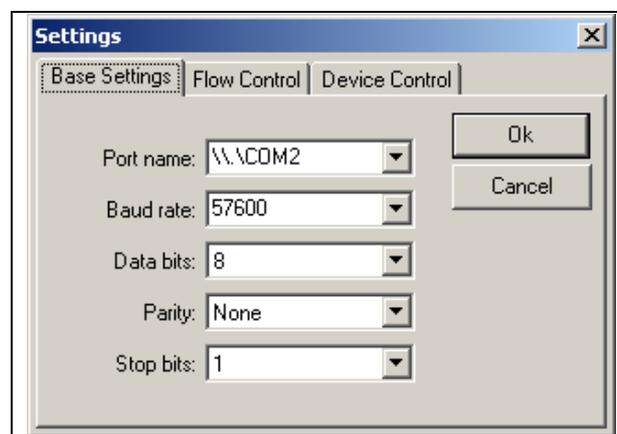


Figura 18 – Tela de configuração da porta serial no Rodar Monitor

3.4.2.2 Exibindo entrada e saída

A figura 19 representa a tela do menu principal do sistema Rodar. A partir dela é possível que o Usuário tenha acesso aos cadastros básicos, implementados apenas para que fosse possível demonstrar o funcionamento da Entrada e Saída do Ônibus na Rodoviária.



Figura 19 – Tela principal do Sistema Rodar

Nesta tela é também apresentada uma animação que representando a entrada ou saída de um ônibus, assim que o sistema detecta que houve uma movimentação na Rodoviária. A animação pode ser visualizada na figura 19. Num intervalo de 20 em 20 segundos, o sistema chama o método "chegouOnibus" (figura 20) do *Web service* que verifica na base de dados (remota) se existe algum novo registro de entrada/saída ou algum que ainda não tenha sido

visualizado. Caso retorne algum registro desse método, o sistema exibe a animação de entrada ou saída e na seqüência marca o registro como visualizado, evitando que seja exibido novamente.

```

1065 function TWSRodar.chegouOnibus(codigoRodoviaria : Integer): DataSet;
.   var
.     command: FirebirdSql.Data.Firebird.FbCommand;
.     dr: FirebirdSql.Data.Firebird.FbDataReader;
.     adapter : FbDataAdapter;
1070   SQL : String;
.   begin
.     // Conecta no Banco
.     Conecta;
.
.     SQL := 'Select A.codigoViagem, A.codigoRodoviaria, A.entradaSaida,      '+
.           '          A.hora, A.novo, B.hora, B.onibus, C.numero, B.linha, D.nome '+
.           'From viagemParada A, Viagem B, Onibus C, Linhas D                '+
.           'Where A.novo = 0                                                '+
.           ' and A.codigoRodoviaria = @rodoviaria                          '+
1080          ' and A.codigoViagem = B.codigo                                '+
.           ' and B.onibus = C.codigo                                        '+
.           ' and B.linha = D.codigo                                        '+
.           ' ;
.
.     command := FirebirdSql.Data.Firebird.FbCommand.Create(SQL, conexao);
.     command.Parameters.Add('@rodoviaria', FbDbType.Integer).Value := TObject(codigoRodoviaria);
.     adapter := FbDataAdapter.Create(command);
.
.     Result := DataSet.Create;
.     adapter.Fill(Result); // Carrega o resultado do select para o DataSet
1090
.     conexao.Free;
.     command.Free;
.     adapter.Free;
.     dr.Free;
.   end;

```

Figura 20 – Método chegouOnibus do Web service

3.4.2.3 Cadastros básicos

A figura 21 representa o cadastro de Cidade, onde é possível que o Usuário inclua, altere, consulte, exclua e pesquise Cidades.

As Cidades aqui cadastradas poderão ser selecionadas no cadastro de Rodoviárias.



Cadastro de Cidades

Cidade: Blumenau

Estado: SC

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 21 – Cadastro de Cidades

A figura 22 representa o cadastro dos Usuários que terão acesso ao Sistema, através do “Login” e “Senha” informados.



Cadastro de Usuários

Nome: Adriano Cosme Rezena

Login: ADRIANO

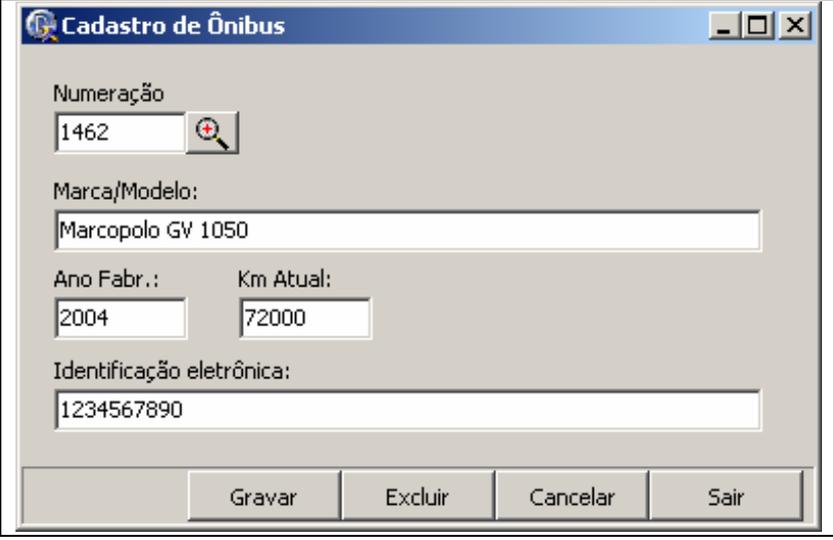
Senha: ***

Confirmação de Senha: ***

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 22 – Cadastro dos Usuários do Sistema

A figura 23 representa o cadastro dos Ônibus, onde são informados alguns dados básicos do mesmo. No campo Identificação eletrônica fica o código do *tag* que está implantado no Ônibus. É através da comparação deste número com o do *tag* que está no Ônibus que o sistema efetuará a entrada e saída dos ônibus da Rodoviária.



Numeração
1462

Marca/Modelo:
Marcopolo GV 1050

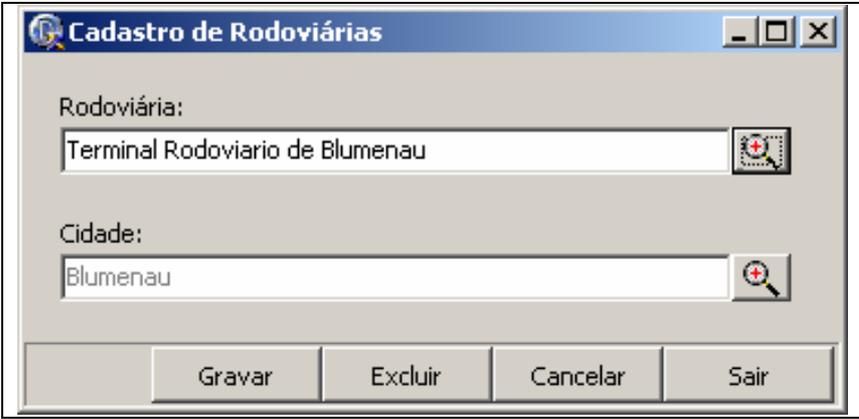
Ano Fabr.: 2004 Km Atual: 72000

Identificação eletrônica:
1234567890

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 23 – Cadastro dos Ônibus

A figura 24 representa o cadastro de Rodoviárias, onde deve ser informado o nome da Rodoviária e a Cidade a qual ela pertence.



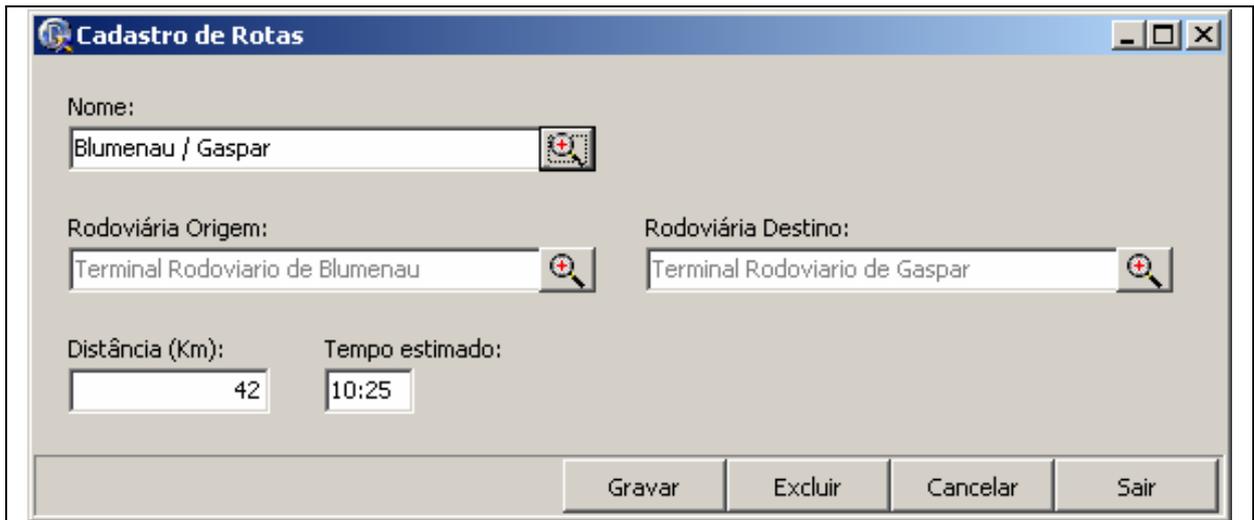
Rodoviária:
Terminal Rodoviario de Blumenau

Cidade:
Blumenau

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 24 – Cadastro das Rodoviárias

A figura 25 representa o cadastro de Rotas, que são os trechos que o Ônibus percorre dentro da Linha. Para cada uma dessas Rotas deve ser informada além do nome, a Rodoviária de origem e a de destino, a distância existente entre elas e o tempo estimado para este percurso.



Nome:
Blumenau / Gaspar

Rodoviária Origem: Terminal Rodoviario de Blumenau

Rodoviária Destino: Terminal Rodoviario de Gaspar

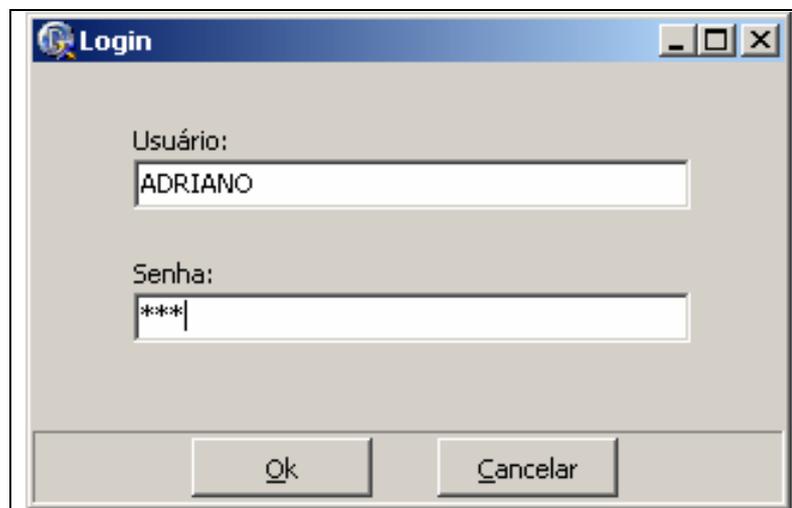
Distância (Km): 42

Tempo estimado: 10:25

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 25 – Cadastro das Rotas

A figura 26 representa a tela de *login* no sistema. Ela é exibida sempre que o sistema é aberto e exige que para a entrada no sistema, os dados estejam devidamente cadastrados.



Usuário:
ADRIANO

Senha:

Ok Cancelar

Figura 26 – Tela de *login* do Sistema

A figura 27 representa a tela de cadastro de Viagens. Quando o Ônibus entra ou sai de uma Rodoviária, é através da consulta às Viagens que estão em aberto (campo Status) que o Sistema efetua a entrada/saída

Cadastro de Viagem

Data: 10/ 6 /2006 Hora: 16:00 Status: Fechada

Ônibus: 1462

Linha: Blumenau / Gaspar

Gravar Excluir Cancelar Sair

Figura 27 – Cadastro de Viagens

A figura 28 representa a tela de consulta de viagens. Ao selecionar uma viagem, o sistema apresenta por quais terminais rodoviários o ônibus já passou, qual foi a hora de chegada e qual a hora de saída.

Consulta Dados de Viagens

Data: 13/09/2006 Hora: 15:25

Ônibus: 1462 - Volvo

Linha: Blumenau / Sao Paulo

nº	Chegada	Saída	Rodoviária
1		15:49:21	Terminal Rodoviario de Blumenau
2	15:50:00		Terminal Rodoviario de Curitiba
3		15:50:39	Terminal Rodoviario de Curitiba
4	15:51:12		Terminal Rodoviário de São Paulo

Cancelar Sair

Figura 28 – Consulta dos Dados de uma Viagem

Na figura 29 é apresentada a consulta via *web* disponibilizada aos clientes da empresa. Ao solicitar a opção, o cliente deve informar o número da viagem. Caso este esteja correto, o site exibe por quais terminais rodoviários o ônibus já passou e seus respectivos horários. Com estes dados o cliente consegue verificar se o seu ônibus já está a caminho do terminal rodoviário desejado ou se a viagem teve um atraso.

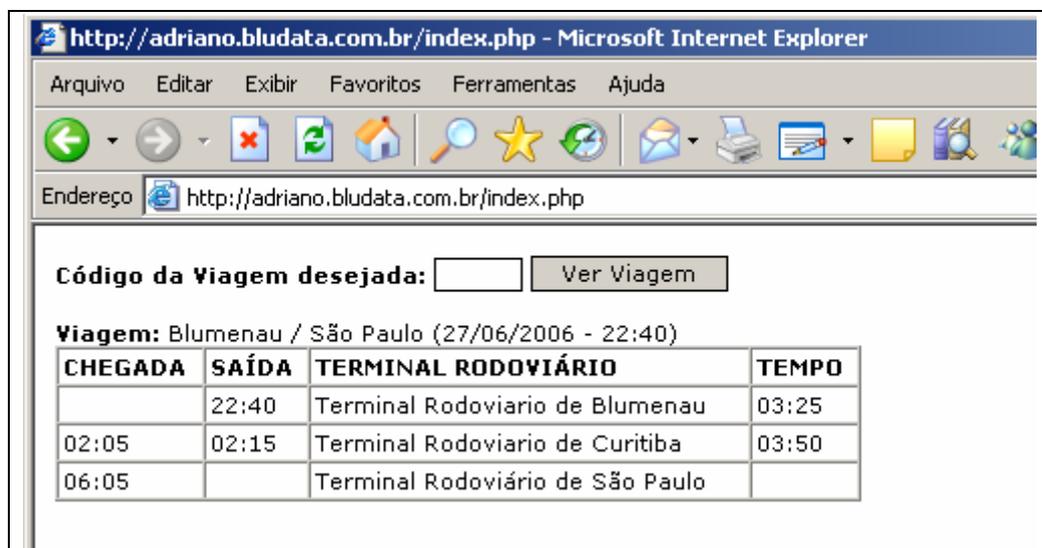


Figura 29 – Visualização da consulta do usuário (página *web*)

Parte do código PHP responsável pela construção da grade da página *web* da figura 29 pode ser visto na figura 30

```

index.php - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda

if($_POST['verRota']) {
    $host = "localhost:/wsrodar/dbrodar.gdb";
    $username = "SYSDBA";
    $password = "masterkey";

    $linha = $_POST['cdLinha'];
    if($linha == '') {
        die("Viagem não disponível");
    }

    $conn = ibase_connect($host, $username, $password);

    //PEGA A HORA DE SAIDA DA LINHA E O NOME
    $sql = "select l.NOME, date_format(v.DATA, '%d/%m/%Y'), date_format(v.HORA, '%H:%i') "
        . "from linhas l, viagem v "
        . "where l.CODIGO = v.LINHA "
        . "and v.STATUS = 1 "
        . "and v.LINHA = ".$linha;

    $res = ibase_query($conn, $sql);

    if(ibase_affected_rows($res) == 0) {
        die("Linha não disponível");
    }

    if(($reg = ibase_fetch_row($res))) {
        $viagemorigem = $reg[0];
        $viagemdataSa = $reg[1];
        $viagemHorasa = $reg[2];

        echo "<b>viagem: </b>". $viagemorigem." (".$viagemdataSa." - ".$viagemHorasa.")<br>";
        echo "<table width='400' border='1' cellpadding='2' cellspacing='0'>";
        echo "<tr>";
        echo "<td><b>CHEGADA</b></td>";
        echo "<td><b>SAIDA</b></td>";
        echo "<td><b>TERMINAL RODOVIARIO</b></td>";
        echo "<td><b>TEMPO</b></td>";
        echo "</tr>";

        ibase_free_result($res);

    //PEGA AS ROTAS DA LINHA
    $sql = "select lr.CODIGOROTA, r.DESCRICAO, ro.NOME, rd.NOME, date_format(r.TEMPO, '%H:%i') "
        . "from linhas l, linhasrotas lr, rotas r, rodoviaris ro, rodoviaris rd "
        . "where l.CODIGO = lr.CODIGOLINHA "
        . "and lr.CODIGOROTA = r.CODIGO "
        . "and r.RODOVORIGEM = ro.CODIGO "
        . "and r.RODOVDESTINO = rd.CODIGO "
    }
}

```

Figura 30 – Código PHP da página *web*

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos com a realização deste trabalho.

Em seguida são apresentados os trabalhos correlatos e sua relação com o sistema.

3.5.1 Resultados e testes

Os testes começaram a ser realizados assim que a parte de implementação começou a ser feita. Durante todo este processo de desenvolvimento foram realizados testes de conexão, validação e consistência de dados.



Figura 31 – Maquete utilizada no desenvolvimento do trabalho

A maquete da figura 31 foi utilizada na realização dos testes, onde na entrada da rodoviária (figura 32), foi colocada a leitora RFID que rastreia a chegada ou saída dos ônibus. Esta leitora está ligada ao microcomputador onde está sendo executado o aplicativo Rodar Monitor que lê os dados da porta serial e deles extrai o número de identificação do ônibus que acabou de entrar ou sair. Com o número do ônibus, o aplicativo chama o *Web service* que roda em um servidor remoto, juntamente com o banco de dados Firebird passando o número do ônibus como parâmetro. O *Web service* recebe o dado e verifica se existe alguma viagem em aberto para este ônibus. Existindo, o sistema verifica se é uma entrada ou saída e grava esta informação.



Figura 32 – Entrada da rodoviária (maquete)

Assim que o ônibus passa pela leitora, uma animação é disparada dentro do aplicativo Rodar que exibe para o Usuário que um ônibus acabou de chegar ou sair da rodoviária. Ele faz isto, consultando o banco de dados localizado no servidor remoto e verificando se existe algum registro não visualizado para esta rodoviária.

3.5.2 Análise dos aplicativos Rodar e Rodar Monitor em relação aos trabalhos correlatos

Apesar de ainda não estar sendo utilizada rotineiramente pelas empresas, por diversos fatores, dentre eles o elevado custo, muitos trabalhos nessa área têm sido desenvolvidos com o objetivo de demonstrar a eficiência dessa técnica. Dentre eles, o de Santos (2002) o qual apresentou uma forma de aquisição dos dados obtidos em atividades produtivas na área de produção animal, agregando a tecnologia de identificação eletrônica de animais a um sistema informatizado, visando o auxílio no gerenciamento de informações e maior eficiência nas

tomadas de decisões. Nesse trabalho foram utilizados leitores que realizavam a leitura de *tag's* via rádio frequência, equipamentos convencionais de informática e um software aplicativo, desenvolvido em ambiente Delphi, o mesmo utilizado no presente trabalho.

Outro trabalho que pode ser comparado a este foi o de Behrens (2000) a qual desenvolveu um protótipo de um sistema para controle de veículos, utilizando a comunicação de dados via rádio frequência. Na sua implementação foram utilizados: placa de transmissão via rádio frequência, *tag's* e uma leitora de cartão com contato. Neste protótipo, um sensor identifica o número do *tag* que está contido no veículo e o envia para um servidor através de uma comunicação *wireless*, utilizando rádio frequência. O servidor verifica se este código já está registrado ou se está em aberto. Caso não seja identificado, o servidor interpreta que o veículo está saindo e registra a sua hora de saída, solicitando que o motorista passe o seu crachá de identificação e informe a quilometragem do veículo, abrindo então, a cancela do portão. Ao retornar, o veículo passa novamente pelo sensor de presença que identifica que este veículo possui uma saída em aberto e solicita a quilometragem do retorno. Assim, a cancela se abre e o veículo pode ser encaminhado ao estacionamento.

Esses trabalhos, assim como outros que vem sendo realizados têm demonstrado as inúmeras aplicabilidades para a tecnologia RFID nas mais variadas áreas de atuação, sendo possível assim, verificar a importância da mesma nas mais diversas situações confrontando o custo-benefício.

4 CONCLUSÕES

A partir deste trabalho foi possível verificar que a utilização da RFID já é uma realidade, porém seu mercado ainda não foi amplamente explorado. Pode-se dizer que a tecnologia ainda está num estágio inicial, numa fase de testes e definição de padrões, mas já é vista por muitos estudiosos como a tecnologia que revolucionará a identificação e rastreamento de produtos num futuro próximo. Apesar de se falar muito na utilização da RFID na identificação de produtos, sua aplicação pode ser feita nas mais diversas áreas possíveis, desde o controle de animais, até a automatização do pagamento de pedágios, aplicação essa, que já existe em algumas rodovias brasileiras.

Empregar a RFID no transporte rodoviário e intermunicipal de passageiros pode ser uma alternativa bastante viável, dependendo do tipo de controle que se deseja realizar. Sua vantagem sobre outras tecnologias como a GPRS (que monitoraria o ônibus constantemente) é o preço. Outras tecnologias mais avançadas possuem um custo muito superior ao RFID. Sua utilização pode vir desde o controle de entrada e saída dos terminais ou rodoviárias como o controle das passagens. Não seria mais necessário o uso de formulários em papel para preencher horários de chegada e saída dos Ônibus e nem deixar que esse controle seja feito manualmente uma pessoa controlando isso tudo manualmente. No caso das Rodoviárias, o controle de passagens seria de grande utilidade. Tendo em vista que os passageiros dormem nas viagens mais longas, com a utilização da RFID seria possível identificar quando eles atingissem seu destino. Assim, caso o passageiro continuasse dormindo, seria possível identificar que aquele era o seu destino e então acordá-lo. Este poderia vir a ser um bom diferencial para as empresas, pois criaria um laço de confiança entre empresa e cliente.

O presente trabalho demonstra que seria possível utilizar a RFID para automatizar o processo de entrada e saída dos Ônibus em um terminal rodoviário, evitando assim que

continuasse sendo feito manualmente. Foi possível realizar este processo registrando todas as informações das chegadas e saídas dos Ônibus em um banco de dados localizado em um servidor remoto, fazendo assim com que fosse possível utilizar o sistema em mais de uma estação ao mesmo tempo, reproduzindo o ambiente de várias rodoviárias tentando acessar a mesma base de dados.

O *Borland Developer Studio* 2006, apesar de ser uma ferramenta que necessita de um microcomputador um pouco mais "moderno" para poder ser executado, mostrou-se bastante estável no desenvolvimento deste projeto, pois nele foi possível desenvolver tanto o *Web service* e seus métodos como os aplicativos Rodar e Rodar Monitor. Tais aplicativos são denominados aplicativos "consumidores" por consumirem os métodos do *Web service*, que se comunicam com o sistema gerenciador de banco de dados Firebird, o qual demonstrou uma ótima performance durante o desenvolvimento, suprimindo todas as necessidades.

A tecnologia RFID mostrou-se de fácil aplicação. Depois de adquirida a leitora e os *tag's* foi necessário apenas plugar o equipamento ao microcomputador e a uma fonte de alimentação. Ao efetuar a leitura do *tag*, a leitora joga os dados na porta serial do microcomputador. A partir daí não é mais uma questão de radio frequência e sim de análise e programação.

Toda a pesquisa e desenvolvimento realizados durante a implementação deste trabalho trouxeram bastante conhecimento não só sobre a RFID, mas também sobre o funcionamento das rodoviárias bem como o seu plano de logística.

Como a RFID é uma solução ainda não amplamente exposta ao mercado e está em fase de testes, as informações divulgadas a seu respeito ainda são bastante diversificadas, principalmente no que se diz respeito ao alcance das leitoras. Conseguir este equipamento em Blumenau e região ainda é muito complicado. Não é grande o número de pessoas que conhece a tecnologia, já ouviu falar a respeito, ou até mesmo já trabalhou com ela. O preço do

equipamento ainda está muito elevado, fazendo com que as pessoas se sintam receosas ao fazer tal investimento. Outra dificuldade encontrada foi com relação ao aprendizado do conceito dos *Web services*. Porém, uma vez entendidos, foi extremamente fácil implementá-los e a tecnologia mostrou-se bastante usual, não somente para esta aplicação como para o desenvolvimento de muitas outras.

4.1 LIMITAÇÕES DO SISTEMA

O sistema desenvolvido apresenta uma limitação no alcance de leitura do *tag*. Esta não ultrapassa os 4 centímetros, limitação esta imposta pela leitora que foi utilizada;

4.2 EXTENSÕES

Neste item são apresentadas algumas idéias e sugestões que podem ser utilizadas em trabalhos futuros, que seguindo a linha deste trabalho têm o seu foco voltado para a utilização da RFID no processo de automação.

Uma sugestão interessante seria criar um protótipo de um sistema que controle a linha de produção de uma fábrica, rastreando as peças desde o início da produção até a saída da fábrica, dando baixa nos estoques automaticamente.

Outra sugestão é a utilização da RFID no controle de passagens de ônibus vendidas pelas empresas de transporte rodoviário. A passagem seria na verdade um *tag* e através da leitura do *tag* nos terminais rodoviários, seria possível identificar quais pessoas devem continuar no ônibus e quais devem sair. Esse controle se faz necessário porque algumas pessoas dormem durante as viagens mais longas e acabam passando do seu ponto de saída. Assim, identificando o ponto de saída das pessoas, seria possível avisá-las de que devem sair.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA EFE. **Diga adeus ao código de barras**, 2006. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/interna/0,,OI552554-EI4803,00.html>> Acesso em: 3 Jun. 2006.
- ASSA ABLOY. **Leitora/gravadora RW300**, 2006. Disponível em: http://www.hidcorp.com/portugues/prod_detail.php?prod_id=29 Acesso em: 28 mai. 2006.
- AVER, Rodrigo. RFID: **Radio Frequency Identification**, 2004. Disponível em: <http://www.tracesistemas.com/extranet/novosite.nsf/materia_detalhe?OpenForm&id=aver_02>. Acesso em: 9 jun. 2006.
- BEHRENS, Thaisa Tatiana; WISINTAINER, Miguel Alexandre. **Protótipo de um sistema para controle de veículos, utilizando comunicação de dados via rádio frequência.** , 2000. x, 71p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- BERNARDO, Cláudio Gonçalves. **A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios**, 2006. Disponível em: <http://www.unibero.edu.br/download/revistaeletronica/Set04_Artigos/A%20Tecnologia%20RFID%20-%20BSI.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2006.
- CAROLINE Schröder. **RFID zal vanaf 2010 miljardenhandel zijn**, 2005. Disponível em: <<http://tweakers.net/nieuws/dag/1134601200>>. Acesso em: 25 mai. 2006.
- COSTA, Lamir. **Ferramentas UML**, 2002. Disponível em: <<http://www.rau-tu.unicamp.br/uml/read.php?tid=4&qid=69&key=>>>. Acesso em: 9 jun. 2006.
- CUNHA, Davi. **Web services, SOAP e aplicações web**, 2002. Disponível em: <http://devedge-temp.mozilla.org/viewsource/2002/soap-overview/index_pt_br.html>. Acesso em: 7 jun. 2006.
- DELGADO, Tiago. **RFID - O futuro está aí**, 2006. Disponível em: <http://www.pt.capgemini.com/novidades/opina_12012005.htm>. Acesso em: 8 jun. 2006.
- DIDONET, Simone Regina; LARA, José Edson; SCHERER, Flavia Luciane. **Considerações sobre a utilização de etiquetas inteligentes no varejo**, 2006. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/Varejo/VAR08_-_Considera%E7%F5es_etiquetas_inteligentes.PDF>. Acesso em: 13 jun. 2006.
- FISPAL. EPC. **surge como a última fronteira na gestão de cadeia de abastecimento**, 2004. Disponível em: http://www.solff.com.br/noticias_interna.asp?id_noticia=28. Acesso em: 6 jun. 2006.

GS1 BRASIL. **EAN nos rumos da RFID**, 2003. Disponível em: <<http://www.ean.org.br/servlet/ServletContent?requestId=24&id:article=323>>. Acesso em: 16 mai. 2005

INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Convergência na ordem do dia**. A Telexpo aposta em eventos focados para atrair visitantes e fornecedores mostram soluções de convergência digital. São Paulo. n. 4. p. 8-9, 2005.

INTEL. **Transformando negócios com o RFID**, 2006. Disponível em: <<http://www.intel.com/portugues/business/bss/technologies/rfid/index.htm>>. Acesso em: 5 jun. 2006.

INTERNATIONAL PAPER KNOWLEDGE CENTER. **RFID**, 2006. Disponível em: <<http://glossary.ippaper.com/default.asp?req=knowledge/article/489&catitemid=38>>. Acesso em 13 jun. 2006.

LAMMERT BIES. **Paralell cables**, 1997-2006. Disponível em <<http://www.lammertbies.nl/comm/cable/parallel.html>>. Acesso em: 8 jun. 2006.

MACORATTI, José Carlos. **UML - Unified Modeling Language e Visual Modeler**, 2006 Disponível em: <http://www.macoratti.net/uml_vb.htm>. Acesso em: 01 jun. 2006.

MANO, Rui. **Entradas e saídas**, 1998. Disponível em: <<http://wwwusers.rdc.puc-rio.br/rmano/interfac.html>>. Acesso em 19 jun. 2006.

MCCULLAGH, Declan. **RFID tags: Big Brother in small packages**, 2003. Disponível em: <<http://news.com.com/2010-1069-980325.html>>. Acesso em: 4 jun. 2006.

NAFAL, Kalid. **RFID a caminho da integração**, 2006. Disponível em: <<http://www.guialog.com.br/Y599.htm>>. Acesso em 4 jun. 2006.

NAVARRO, Pedro Luís Kantek G, **Código de Barras**, 2006. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/1994/bb30/codigo.htm>>. Acesso em: 4 jun 2006.

NEW PHONE, **Infraestrutura de red**, 2006. Disponível em: <<http://new-phone.com/soluciones/wired.html>>. Acesso em: 4 jun 2006.

ONIX NETWORKINGCORP. **Western Datacom serial RS-232C**, 2006. Disponível em: http://www.onixnet.com/western%20datacom/western_datacom_serial_RS-232C.htm. Acesso em: 8 mai. 2006.

PINHEIRO, José Mauricio S. **RFID – Identificação por rádio frequência**, 2004. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_identificacao_por_radiofrequencia.html>. Acesso em: 5 mai. 2006.

REDES. **Saiba mais**, 2006. Disponível em: <<http://www.webpuc.hpg.ig.com.br/meios fisicos.html>>. Acesso em: 4 Jul. 2006.

RFID.PT. **Tags activos vs passivos**, 2006. Disponível em: <<http://rfidpt.wordpress.com/>>. Acesso em 1 jul. 2006.

SANTOS, André Fraga; WISINTAINER, Miguel Alexandre. **Protótipo de um sistema para controle de veículos, utilizando comunicação de dados via rádio frequência.** , 2000. x, 71p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

SPARX SYSTEMS. **Enterprise Architect**, 2006. Disponível em: <<http://www.sparxsystems.com/products/ea.html>>. Acesso em: 18 jun. 2006.

STANTON, Michael. **A identificação por radiofrequência está chegando.** 2006. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/tecnologia/coluna/stanton/2004/ago/22/178.htm>>. Acesso em: 3 abr. 2005.

SYBASE. **Sybase PowerDesigner**, 2006. Disponível em: <<http://www.sybase.com.br/products/developmentintegration/powerdesigner.html>>. Acesso em: 18 jun. 2006.

TAGPRODUCT RFID. **Questions fréquentes sur les tags RFID**, 2005. Disponível em: <http://www.tagproduct.com/rfid/Faq/rfid_tag.php>. Acesso em: 18 jun 2006.

WENKEL, Rolf. **Etiqueta eletrônica revoluciona setor de logística.** 2006. Disponível em: <<http://www.dw-world.de/dw/article/0,1564,1519401,00.html>>. Acesso em: 12 abr. 2005.

WIKIPÉDIA. **RFID**, 2006a. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/RFID>>. Acesso em: 3 jun. 2006.

WIKIPÉDIA. **Firebird (servidor de base de dados)**, 2006b. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Firebird_\(servidor_de_base_de_dados\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Firebird_(servidor_de_base_de_dados))>. Acesso em: 23 mai. 2006.

WIKIPÉDIA. **RFID**, 2006c. Disponível em: <<http://thespoke.net/blogs/wmenegaci/default.aspx>>. Acesso em: 3 jun. 2006.