LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

UM ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE SERVO REMOTO VIA RÁDIO FREQÜÊNCIA

Gilberto Saraiva de Lira

NATAL/RN
2006

GILBERTO SARAIVA DE LIRA

UM ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE SERVO REMOTO VIA RÁDIO FREQÜÊNCIA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Bacharelado em Sistema de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito parcial para a obtenção do grau em Bacharel em Sistema de Informação.

Orientador:

Fellipe Araújo Aleixo, M.Sc.

Natal/RN
2006

Catalogação na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos

Lira, Gilberto Saraiva de
Um estudo da viabilidade técnica para o desenvolvimento de um sistema de controle de servo remoto via rádio frequência / Gilberto Saraiva de Lira. – Natal: FARN, 2006.
40 f.

Orientador: Fellipe Araújo Aleixo (M.Sc.)
Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.

1. Rádiofrequência – Monografia. 2. Servo Remoto – Monografia 3. API Java Comm – Monografia I. Título.

RN/FARN/BC CDU 621.396

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE

UM ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE SERVO REMOTO VIA RÁDIO FREQÜÊNCIA

Gilberto Saraiva de Lira

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte e aprovado em __ de dezembro de 2006 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Fellipe Araújo Aleixo, M.Sc.
Orientador

Aluízio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.
Membro Examinador

Joseane Alves Pinheiro, M.Sc.
Membro Examinador

A Lindalva, minha esposa, que caminhando comigo, compartilha dos meus sonhos e das minhas conquistas.

Aos meus filhos, Angelita Noelma e João Gilberto, são com eles e por eles, que todos os momentos da minha vida valem a pena ser vividos.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu Deus, que em todos os momentos de minha vida esteve presente, guiando-me com sua luz divina, meu mais sublime agradecimento.

A meu pai Odilon pelo exemplo de dedicação e persistência, a Minha mãe Noelma, que embora tenha partido cedo, me deixou como herança a grande criatividade, a força de vontade e a alegria de viver.

Aos meus irmãos, que embora mais novos, também me ensinaram a viver. Em especial a Gilvandro também pela colaboração na realização deste trabalho.

A minha esposa Lindalva, que simplesmente me levou a força para fazer o vestibular, sendo a principal responsável por esta conquista. Aos meus filhos Angelita e João Gilberto, que depois de criados, colaboraram para a minha formatura e a formatura de Lindalva.

Aos colegas de sala de aula, que nunca me rejeitaram, mesmo com a grande diferença de idade, que colaboraram em todos os momentos num clima de respeito e descontração.

Aos professores, pela dedicação e comprometimento demonstrados nestes quatro anos de convivência, especialmente a professora Joseane e ao professor Fellipe Aleixo, pela acessibilidade, atenção, paciência e disponibilidade dispensadas nos trabalhos que juntos realizamos, inclusive neste.

A Bibliotecária Lurdes e a todos os seus colaboradores, pelo incansável trabalho de apoio na grande tarefa de transmitir e melhor fixar os conhecimentos.

A Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, particularmente nas pessoas de seus Diretores, Coordenadores, Professores, e Funcionários, pela presteza e suporte que me ofereceram para realização e conclusão desta oportunidade impar e valorosa que é a produção de conhecimento.

RESUMO

Este trabalho realiza um estudo da viabilidade técnica para o desenvolvimento de um sistema de controle de servo remoto via rádio freqüência. Esta pesquisa foi realizada com objetivo de informar e esclarecer sobre os aspectos técnicos e legais do uso da rádio freqüência para o envio de comandos à distância. Realiza um estudo básico da rádio freqüência, do hardware da porta serial de comunicação e da API de comunicação da Sun Microsystems.

Palavras-chave: Rádio Freqüência; Servo Remoto; API Java Comm.

ABSTRACT

This work carries out a study technical of the viability to desenvolviment to remote control system saw radio. This research was carried out with objective information and explain about the aspect legal and technical of the radio frequency to commands sending at the distances. Carries out a basic study the frequency radio, hardware and the serial communication door and of the Sun Microsystems API communication.

Key-Words: Radio Frequency; Remote servant; API Java Comm.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA..... 13
1.2 OBJETIVOS..... 14
1.2.1 Objetivo Geral..... 14
1.2.2 Objetivos Específicos..... 14
1.3 JUSTIFICATIVA..... 15
2 REFERENCIAL TEÓRICO..... 16
2.1 A RADIOFUSÃO.....16
2.1.1 Terminologia da onda eletromagnética..... 17
2.1.2 Modulação de amplitude (AM)..... 17
2.1.3 Modulação de freqüência (FM)..... 18
2.1.4 Modulaçao por pulsos (PM)..... 18
2.1.5 Espectro eletromagnético.....19
2.1.6 Normatização de uso de equipamentos de radiofreqüências..... 20
2.1.7 Restrição de uso de freqüências.....20
2.2 Rádios transmissores, receptores e servos.....21
2.2.1 Exemplos de modelos de rádio transmissores..... 21
2.2.2 Exemplo de modelos de rádio receptores..... 23
2.2.3 Servo remoto.....24
2.3 Aplicação do controle via rádio frequência..... 25
2.4 HARDWARE DA PORTA DE COMUNICAÇÃO SERIAL.....26
2.5 API JAVA DE COMUNICAÇÃO..... 28
2.5.1 Algumas facilidades da API de comunicação javax.comm.....29
2.5.1.1 Reconhecendo as portas de comunicação.....29
2.5.1.2 Abrindo portas para comunicar dados..... 30
2.5.1.3 Para ler dados na porta serial..... 31
2.5.1.4 Para escrever dados na porta serial..... 31
2.5.1.5 Configurando os parâmetros da porta serial..... 31
2.5.1.6 Enviando bytes para a porta serial 31
2.5.1.7 Recebendo bytes na porta serial.....32

3 ANÁLISE E PROJETO DO SISTEMA..... 33
3.1 APLICAÇÃO PROPOSTA..... 33
3.2 ANÁLISE DO SISTEMA – CASOS DE USO..... 34
3.3 DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO SISTEMA.....35
3.4 DIAGRAMA DE CLASSES..... 35
3.5 EXEMPLO DE INTERFACE DO SISTEMA..... 36
3.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....
4 METODOLOGIA.....39
5 CONCLUSÃO.....40
REFERÊNCIAS.....41

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Principais termos nominais da onda eletromagnética..... 16
FIGURA 02 - Transmissão por modulação de amplitude (AM)..... 16
FIGURA 03 - Transmissão por modulação de freqüência (FM)..... 17
FIGURA 04 - Transmissão por pulsos (PM)..... 17
FIGURA 05 - Espectro eletro magnético..... 18
FIGURA 06 - Aspecto das Freqüências utilizadas pelos rádios transmissores..... 19
FIGURA 07 - Foto do Rádio transmissor marca Futaba modelo 2PL..... 20
FIGURA 08 - Foto do Rádio transmissor marca Futaba modelo 6YG..... 21
FIGURA 09 - Foto do Rádio transmissor marca Futaba modelo 9C..... 21
FIGURA 10 - Foto do Rádio transmissor marca Futaba industrial..... 22
FIGURA 11 - Foto de dois rádios receptores do fabricante Futaba..... 22
FIGURA 12 - Foto do servo modelo S5050 do fabricante Futaba..... 23
FIGURA 13 - Ilustração de funcionamento de um servo remoto..... 23
FIGURA 14 - Aplicação dos rádios controles como hobby..... 24
FIGURA 15 - Telas um simulador de vôo..... 24
FIGURA 16 - Aspecto da transmissão de dados serial..... 25
FIGURA 17 - Fotografia do conector serial DB-9..... 26
FIGURA 18 - Designação dos pinos do conector DB-9..... 27
FIGURA 19 - Exemplo de utilização do método "getPortIdentifiers( )"..... 29
FIGURA 20 - Instanciando o objeto "cp" para receber o identificador da porta..... 30
FIGURA 21 - Recuperação de uma instância da classe "SerialPort"..... 30
FIGURA 22 - Recuperação de uma instância da classe "InputStream"..... 30
FIGURA 23 - Recuperação de uma instância da classe "OutputStream"..... 31
FIGURA 24 - Utilizando o método "serSerialPortParams"..... 31
FIGURA 25 - Utilizando o método "getByte( )..... 31
FIGURA 26 - Exemplos da aplicação proposta..... 32
FIGURA 27 - Exemplos de casos de uso da aplicação..... 33
FIGURA 28 - Diagrama de seqüência do caso de uso DireitaUmGrau..... 34
FIGURA 29 - Diagrama de classes utilizadas no sistema..... 35
FIGURA 30 - Exemplo de controle de dois motores com servo remoto..... 36
FIGURA 31 - Exemplo de Interface de Controle..... 37

LISTA DE SIGLAS

AM - Amplitude Modulada

API - Application Programming Interface - Interface para Programação de Aplicações

FM - Freqüência Modulada

GPS - Sistema de Posicionamento Global

GUI - Graphical User Interfaces - Interface Gráfica com o Usuário

IDE - Integrated Development Environment – Ambiente de Desenvolvimento Integrado

JVM - Java Virtual Machine - Máquina Virtual Java

PCM - Pulse Code Modulation - Modulação por Pulso do Código

PM - Modulação por Pulsos -

PPM - Pulse Position Modulation - Modulação por Pulso da Posição

UART - Universal Asynchronous Receiver and Transmiter - Receptor e Transmissor Assíncrono Universal

**"A inteligência irmanada com a
força de vontade e com
a esperança produz uma idéia.."**

Clóvis Bevilácqua

1 INTRODUÇÃO

A popularização do uso do computador em decorrência da significativa redução dos custos desta tecnologia tem contribuído para o surgimento de soluções até então impossíveis de serem imaginadas. Em pouco tempo o computador deixou de ser apenas um instrumento de edição de textos e planilhas, passando a servir também como ferramenta multimídia, onde são manipuladas músicas, vídeos e imagens.

Assim como o computador, a rádio freqüência também recebeu inúmeras inovações tecnológicas, deixando de ser utilizada apenas para a transmissão do som e passando também a transmitir informação. A utilização da rádio freqüência para a transmissão de dados à distância tornou-se viável em virtude da redução dos custos envolvidos com esta tecnologia, além do aumento de pesquisas e produção científica desta área.

Complementando os equipamentos de transmissão e recepção na tarefa de se enviar informações a distância foi adicionado um equipamento chamado servo, agora chamado de servo remoto, que tem a capacidade de transformar pulsos elétricos em movimentos mecânicos, sendo uma peça importantíssima para o efetivo controle de dispositivos controlados remotamente através da rádio freqüência.

Atualmente já temos todos os pré-requisitos técnicos necessários para se interligar o computador aos equipamentos de rádio freqüência. Este trabalho viabiliza o desenvolvimento de um sistema computacional capaz de se comunicar e controlar dispositivos remotamente através da rádio freqüência. Esta solução permite a sua utilização no ambiente corporativo, proporcionando soluções viáveis tecnicamente, para os problemas operacionais, a um custo compatível com os investimentos.

1.1 Problema de Pesquisa

Para controlar dispositivos[1], remotamente, com o uso da rádio freqüência, utilizando um sistema computacional, necessita-se do conhecimento específico da rádio freqüência, da forma como estes equipamentos se comunicam com o computador e de uma linguagem de programação capaz de gerenciar esta comunicação.

Este trabalho visa responder a seguinte pergunta:

Será possível desenvolver uma aplicação capaz de controlar eficientemente os dispositivos servo-controlados através da rádio freqüência?

---

[1] Mecanismo disposto para se obter certo fim (Aurélio, 2005), equipamentos, utensílios e etc.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo de verificação da viabilidade técnica para o desenvolvimento de um sistema computacional capaz de controlar eficientemente os dispositivos móveis servo-controlados, que utilizam a rádio freqüência para o envio de comandos à distância.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo central do trabalho, são necessários os seguintes passos:

- Realizar uma pesquisa sobre transmissão de comandos via rádio freqüência, um estudo das tecnologias de radio freqüências utilizadas na atualidade e uma breve análise comparativa dos equipamentos de rádio controle disponíveis no mercado.
- Verificar as possíveis aplicações no ambiente corporativo, os riscos inerentes a sua utilização e as implicações referentes a normatização de uso destes equipamentos pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).
- Analisar as freqüências disponíveis para uso nos equipamentos de rádio controle, conforme a Resolução nº 365, de 10 de maio de 2004 da ANATEL.
- Realizar um estudo dos tipos e características das freqüências e dos protocolos de comunicação disponíveis para utilização, sempre observando as normas de segurança.
- Realizar um estudo da **API** de comunicação da Sun Microsystems[2] no controle da porta serial do computador.
- Realizar um estudo do hardware da porta serial de comunicação, disponível nos computadores, com ênfase nas especificações dos protocolos.

---

[2] Empresa Norte Americana produtora de hardware e software.

1.3 JUSTIFICATIVA

As justificativas para a realização desta pesquisa são fundadas nos itens segurança, custo e inovação.

Sempre que surge a necessidade de se aumentar ou melhorar os níveis de segurança das corporações, quer seja patrimonial, intelectual ou pessoal, o aumento dos custos para implantação das soluções propostas nem sempre é proporcional aos objetivos a serem alcançados. O investimento em soluções para incremento em segurança poderá ser inviabilizado se o custo for demasiadamente elevado, justificando o estudo de novas tecnologias para se reduzir os custos.

A ***inovação*** tecnológica com objetivo de reduzir ***custos*** na implantação de melhorias de ***segurança*** necessita de estudo e pesquisa dos assuntos relacionados à área em que se deseja focalizar, sendo esta a justificativa para realização desta Monografia.

A redução dos riscos em que são expostos os empregados das corporações no manuseio de equipamentos e produtos em ambiente periculoso[3] ou insalubre[4], a melhoria dos níveis de segurança patrimonial e intelectual e a redução de trabalhos repetitivos, são algumas das possibilidades de se utilizar dispositivos servo-controlados a distância.

A necessidade de controle e registro da utilização dos equipamentos de rádio freqüência é de vital importância para as corporações, permitindo o total controle destes equipamentos, podendo registrar todos os acessos efetuados, inclusive dos usuários, tempo de uso e comandos efetuados, dando total credibilidade a esta tecnologia que hoje somente tem utilidade como esporte e hobby.

---

[3] Sujeito a acidentes.
[4] Prejudiciais à saúde.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A RADIOFUSÃO

A rádio transmissão destinada à recepção e ao uso geral do público denomina-se radiodifusão. Na sua forma mais simples, a radiodifusão é utilizada para a divulgação pelo rádio, de programas educacionais e recreativos, noticiários e informações diversas, sempre destinadas, à recepção simultânea pelos aparelhos rádio receptores localizados na área de abrangência da estação transmissora.

Como toda descoberta decorrente de evolução científica, também a radiodifusão resultou de uma seqüência ininterrupta de contribuições recebidas de numerosos cientistas de todas as partes do mundo, durante um longo espaço de tempo.

Segundo a Enciclopédia Barsa (2004, v.11, p.358):

> A invenção da válvula de rádio *audion* em 1906, pelo engenheiro norte-americano Lee de Forest (1873-1961), possibilitou a produção de variações eletromagnéticas capazes de transmitir as configurações da voz humana. Já no último quarto do século XIX, homens, como Thomas Savery, William F. Cooke, Charles Wheatstone, Samuel F.B. Morse, Joseph Henry, Von Bezold, James Clerk Maxwell, Heinrich Rudolph Hertz, Édouard Branly, Oliver Joseph Lodge, Nikola Tesla, Guglielmo Marconi, e outros, haviam estabelecido as bases científicas para a nova invenção.[...].

Diversos cientistas passaram a explorar as possibilidades práticas destas descobertas.

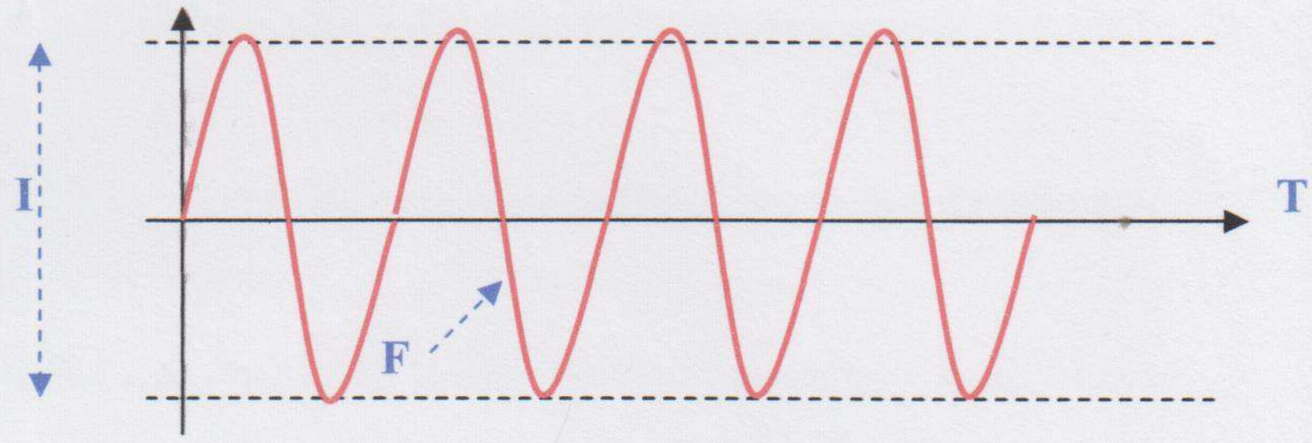
Segundo a Enciclopédia Barsa (2004, v.9, p. 28):

> MARCONI, MARQUÊS GUGLIELMO (1874-1937), físico Italiano, nascido em Bolonha, considerado inventor do telégrafo sem fio, em1896 patenteou o primeiro aparelho transmissor sem fios. Marconi iniciou as suas investigações por volta de 1894, quando conseguiu enviar sinais fracos à cerca de 100 m. [...].

Para transmissão da voz humana à distância, diversas tecnologias foram desenvolvidas. As que utilizam à amplitude modulada (AM) e a freqüência modulada (FM) se destacaram das demais, sendo até a atualidade as mais utilizadas. Já para o uso em transmissão de dados e sinais a modulação por pulsos (PM) é predominante.

2.1.1 Terminologia da onda eletromagnética

Para o entendimento da diferença de comportamento entre a amplitude modulada (AM), a freqüência modulada (FM) e a modulação por pulsos (PM) é necessário o conhecimento básico das componentes que formam as ondas eletromagnéticas. Na figura 01 podemos verificar as principais componentes que formam a onda eletromagnética.



I = Intensidade de campo ou Amplitude, **F** = Freqüência e **T** = Tempo ou Duração.

Figura 01 – Principais termos nominais da onda eletromagnética.

2.1.2 Modulação de Amplitude (A.M.)

Neste tipo de transmissão a distância possível entre o transmissor e o receptor varia de pequenas distâncias até a totalidade do globo terrestre, dependendo praticamente apenas da potencia do transmissor, sendo a preferida para distâncias acima de cem quilômetros. No caso de transmissão da voz humana a qualidade do som é prejudicada. Na figura 02 podemos verificar o aspecto da transmissão por Amplitude Modulada.

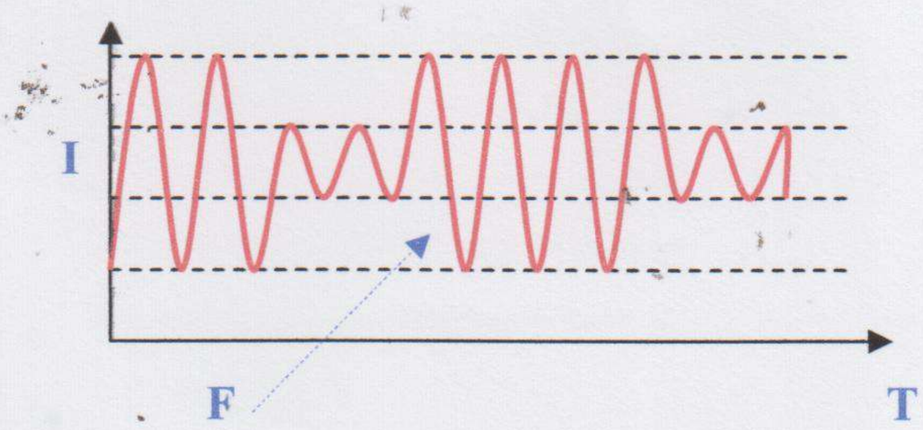


Figura 02 – Transmissão por modulação de amplitude (AM).

Na modulação de amplitude, a intensidade de campo ou Amplitude varia durante o tempo em que é transmitida, permanecendo inalterada a freqüência em que é transmitida.

2.1.3 Modulação de Freqüência (F.M.)

Neste tipo de transmissão a distância possível entre o transmissor e o receptor não ultrapassa os duzentos quilômetros, sendo este tipo de transmissão ideal e preferida pelas rádios de FM - freqüência modulada, inclusive pelas rádios comunitárias com alcance máximo de um quilômetro. A qualidade do som praticamente não é prejudicada. Na figura 03 podemos verificar o aspecto da transmissão por Freqüência Modulada.

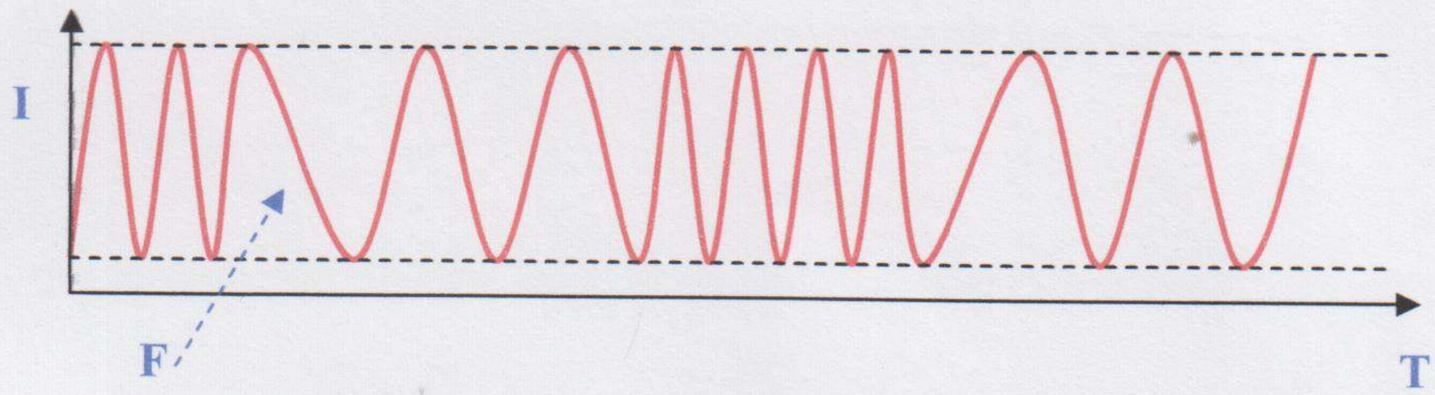


Figura 03 – Transmissão por modulação de freqüência (FM).

Na modulação de freqüência, a intensidade de campo ou amplitude é mantida constante e a freqüência em que é transmitida varia durante o tempo em que é transmitida.

2.1.4 Modulação por Pulsos (P.M.)

Este tipo de transmissão não serve para transmissão de som, sendo bastante utilizada para se transmitir sinais específicos, dados ou comandos que no receptor são decodificados e tratados conforme sua utilização, como por exemplo: nos sistemas de radares. Na figura 04 podemos verificar o aspecto da transmissão da Modulação por Pulsos.

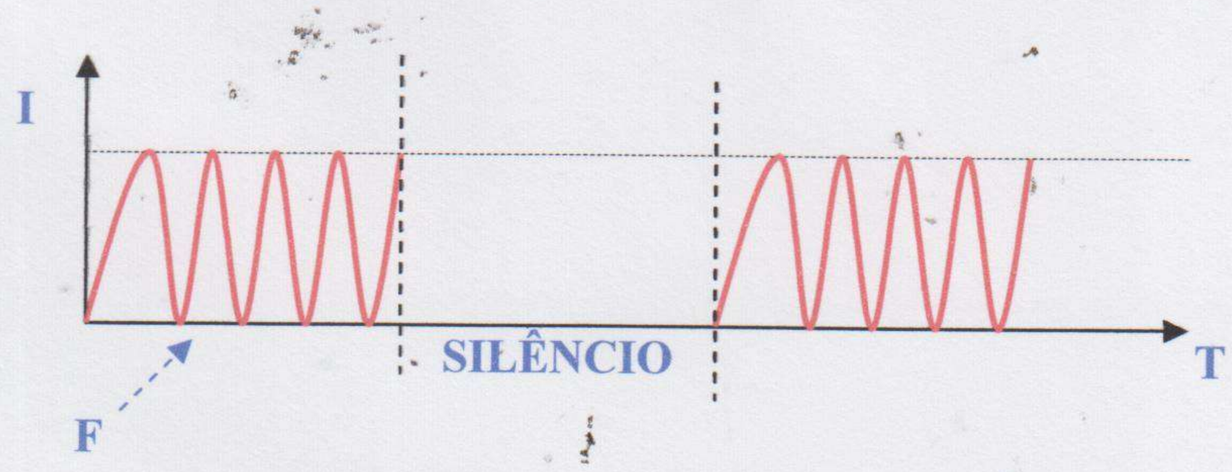


Figura 04 – Transmissão por pulsos (PM).

Na modulação por pulsos acontece a transmissão de uma freqüência fixa, alternada por intervalos de tempos sem transmissão, denominados de silêncio.

2.1.5 Espectro eletromagnético

A figura 05 mostra a designação dos diversos tipos de ondas eletromagnéticas conhecidas e que constituem o espectro eletromagnético (Máximo, Antonio, 1999, p.1316). Esta pesquisa se concentrou na utilização da faixa de ondas de (RF - rádio freqüência), faixa esta que é largamente utilizada na indústria fabricante de produtos telecomandados e cuja normatização é determinada pela ANATEL e que utiliza a faixa de freqüência de 10^4 Hz.

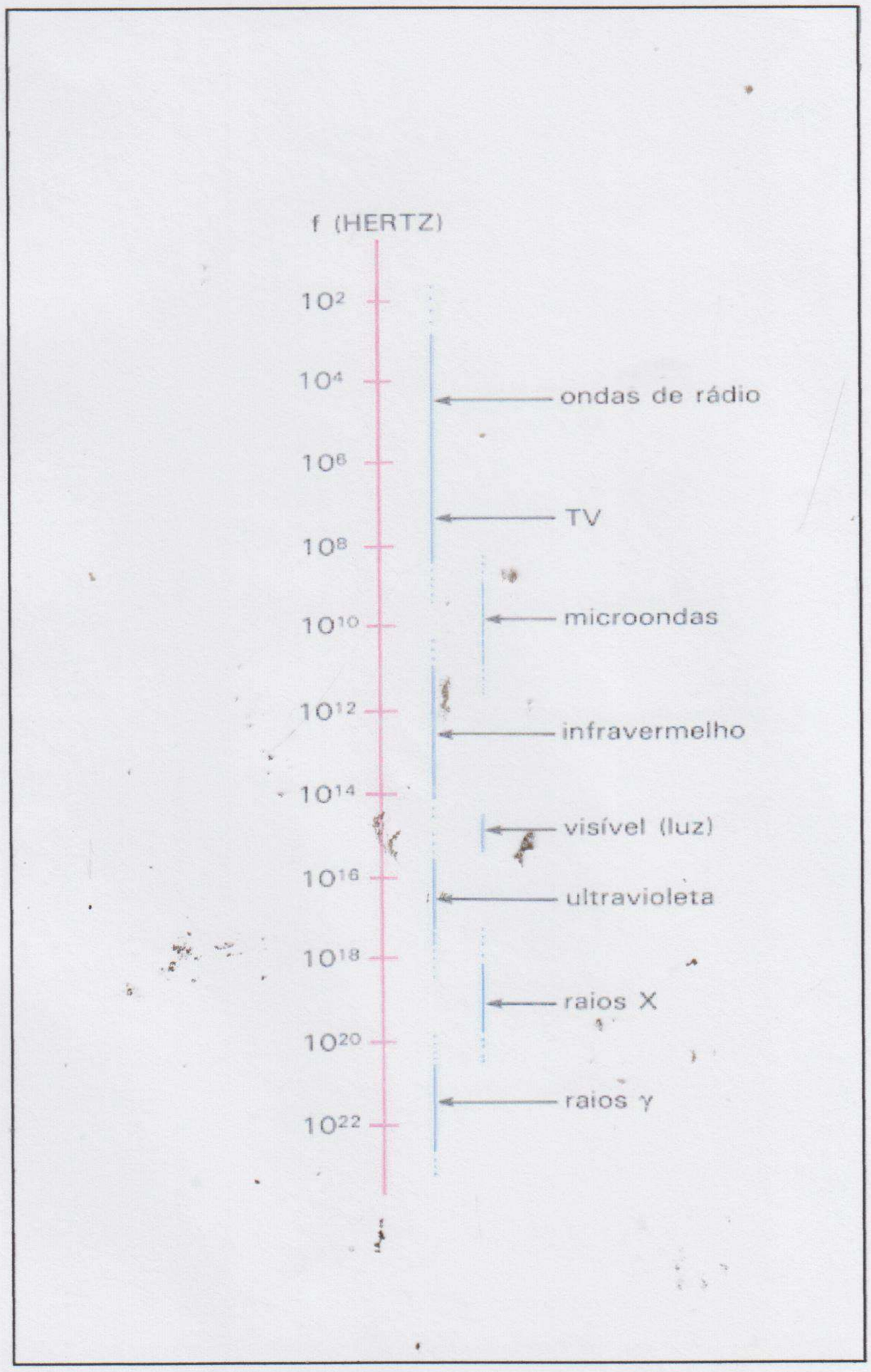


Figura 05 – Espectro eletro magnético.

2.1.6 Normatização de uso de equipamentos de radiofreqüências

A ANATEL em 10 de maio de 2004, através da Resolução nº 365, republicou o regulamento sobre equipamentos de radiocomunicação de radiação restrita, que rege as normas para utilização de equipamentos de rádio freqüência no Brasil. A resolução nº 365 está disponível em: (Anatel, 2004).

2.1.7 Restrição de uso de freqüências

Algumas faixas de freqüências são de uso específico para transmissão de sinais, dados e comandos, sendo vedado o uso para outros fins, inclusive para transmissão de voz.

Deve-se, por medida de segurança, observar e seguir as normas regidas pela legislação vigente, inclusive verificando a área física onde será utilizado o equipamento, pois o tipo de serviço e a proximidade de algumas localidades como aeroportos e hospitais, também são normatizados pela Resolução nº 365. (ANATEL, 2004).

O não cumprimento desta resolução poderá acarretar danos ou prejuízos aos serviços que se utilizam desta faixa de freqüência e sujeito a penas previstas em lei. Na figura 06 parte da atribuição das faixas de freqüências utilizadas no Brasil publicada pela ANATEL, cuja faixa de freqüência de utilização pelos rádios transmissores se enquadra entre 72.010 e 72.990 MHz.

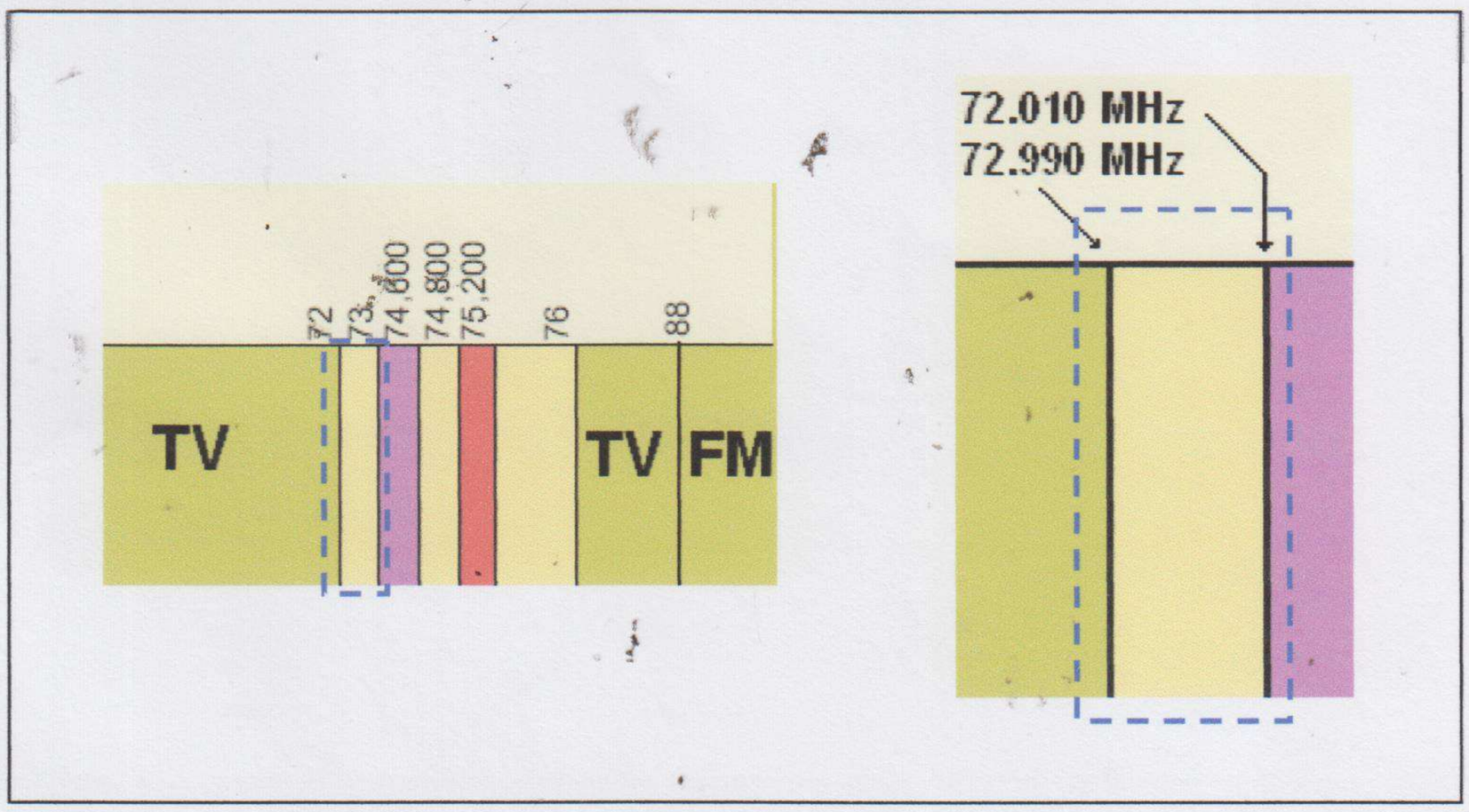


Figura 06 – Aspecto das freqüências utilizadas pelos rádios transmissores.

2.2 RÁDIOS TRANSMISSORES, RECEPTORES E SERVOS

O transmissor é responsável pelo envio dos comandos ao receptor, o receptor recebe os comandos do transmissor e aciona o servo conforme os comandos recebidos.

Estes equipamentos são classificados como analógicos e digitais, sendo que os equipamentos analógicos utilizam as faixas de freqüência AM e FM, com modo de transmissão PPM, para a transmissão de comandos entre o transmissor e o receptor, enquanto os equipamentos digitais, apesar de utilizarem a faixa de freqüência FM, o modo de transmissão é PCM.

Existe uma grande superioridade na qualidade e na segurança dos equipamentos digitais sobre os analógicos. A diferença dos preços também é bastante significativa, sendo que dependendo da utilização a ser atribuída ao equipamento é que se poderá escolher adequadamente um modelo específico para cada caso.

Apesar de existirem poucos fabricantes de rádios transmissores, receptores e servos, a variedade de modelos fabricados é bastante elevada. Foram escolhidos os principais modelos do fabricante Futaba, devido ao elevado nível profissional deste fabricante e da excelente qualidade do material disponível na internet.

2.2.1 Exemplos de modelos de rádio transmissores

Na figura 07, foto de um rádio transmissor do fabricante Futaba modelo 2PL, que opera na faixa de freqüência AM e modo PPM, com apenas 2 canais[5].



Figura 07 – Foto do rádio transmissor do fabricante Futaba modelo 2PL.

[5] Faz referência a quantidade de servos que podem ser controlados independentemente por um transmissor.

Na figura 08, foto de um rádio transmissor analógico do fabricante Futaba modelo 6YG, que opera na faixa de freqüência FM e modo PPM, com 6 canais.



Figura 08 – Foto do rádio transmissor do fabricante Futaba modelo 6YG.

Na figura 09, foto de um rádio transmissor digital do fabricante Futaba modelo 9C, que opera na faixa de freqüência FM e modo PCM, com 9 canais.

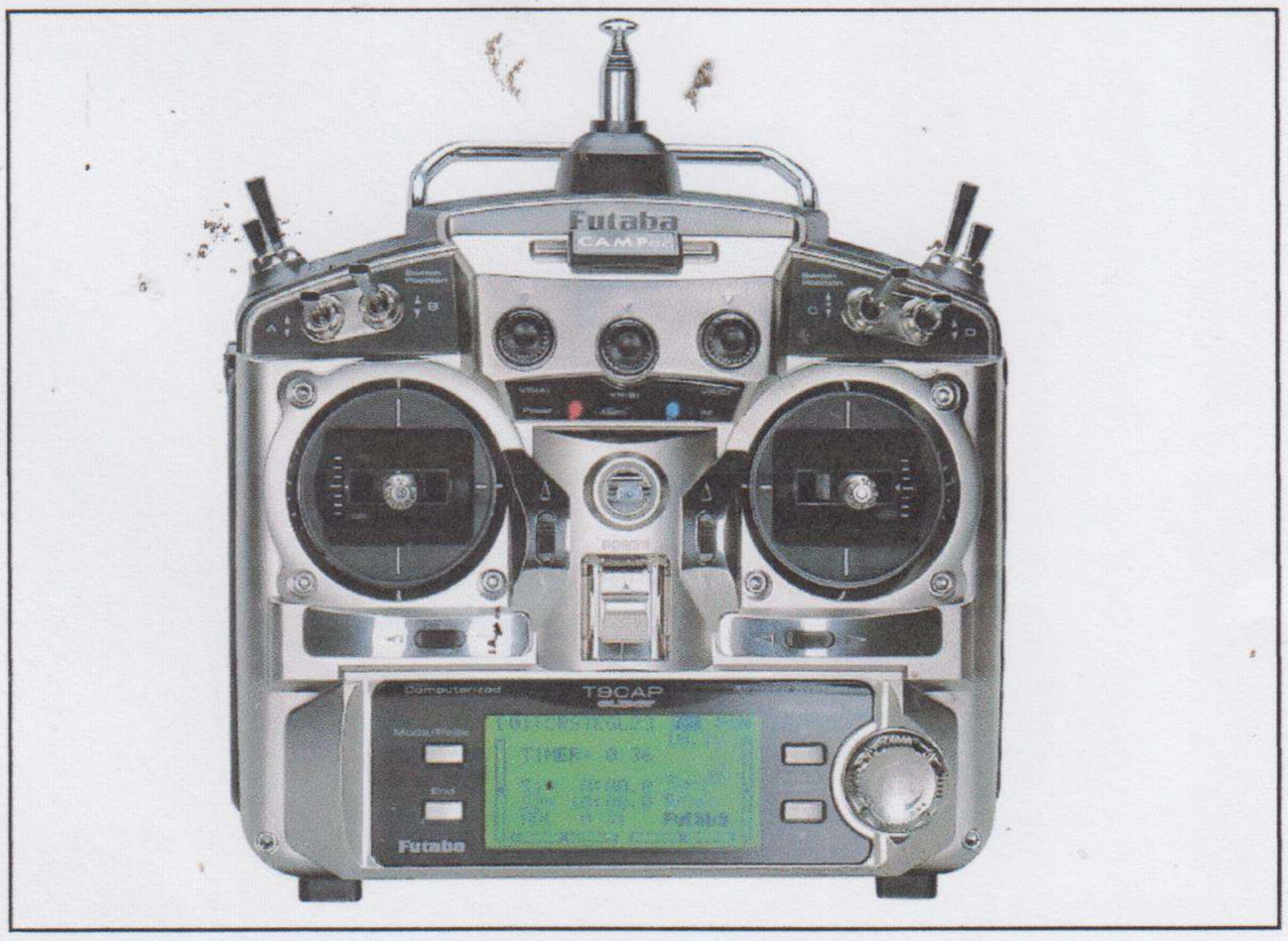


Figura 09 – Foto do rádio transmissor do fabricante Futaba modelo 9C.

Além dos modelos acima, existe uma série específica de rádios controle para uso industrial, mas com uma faixa de preço bastante elevada e com dificuldades de conexão com o computador. Na figura 10, foto de um rádio transmissor digital do fabricante Futaba industrial.

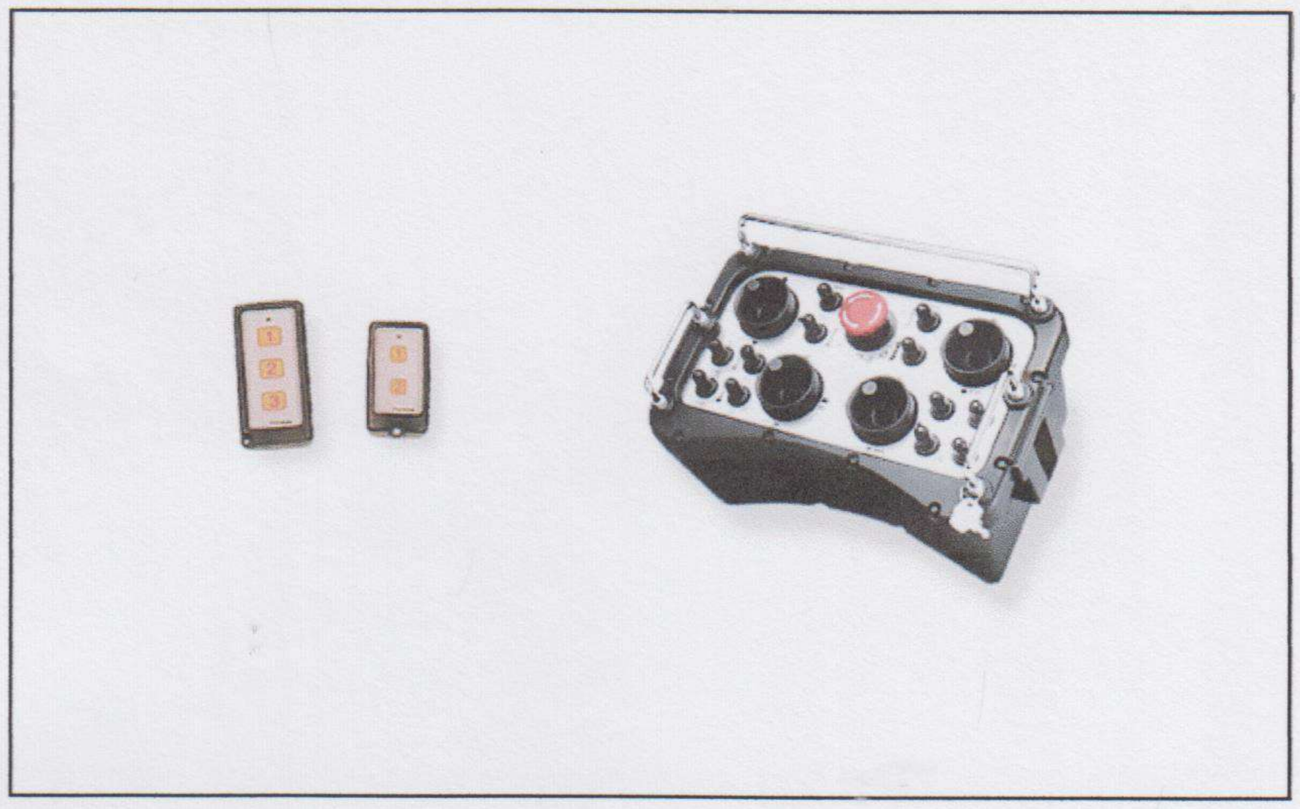


Figura 10 – Foto do rádio transmissor do fabricante marca Futaba industrial.

2.2.2 Exemplo de modelos de rádio receptores

Na figura 11, foto de dois rádios receptores, um analógico e um digital, ambos do fabricante Futaba.

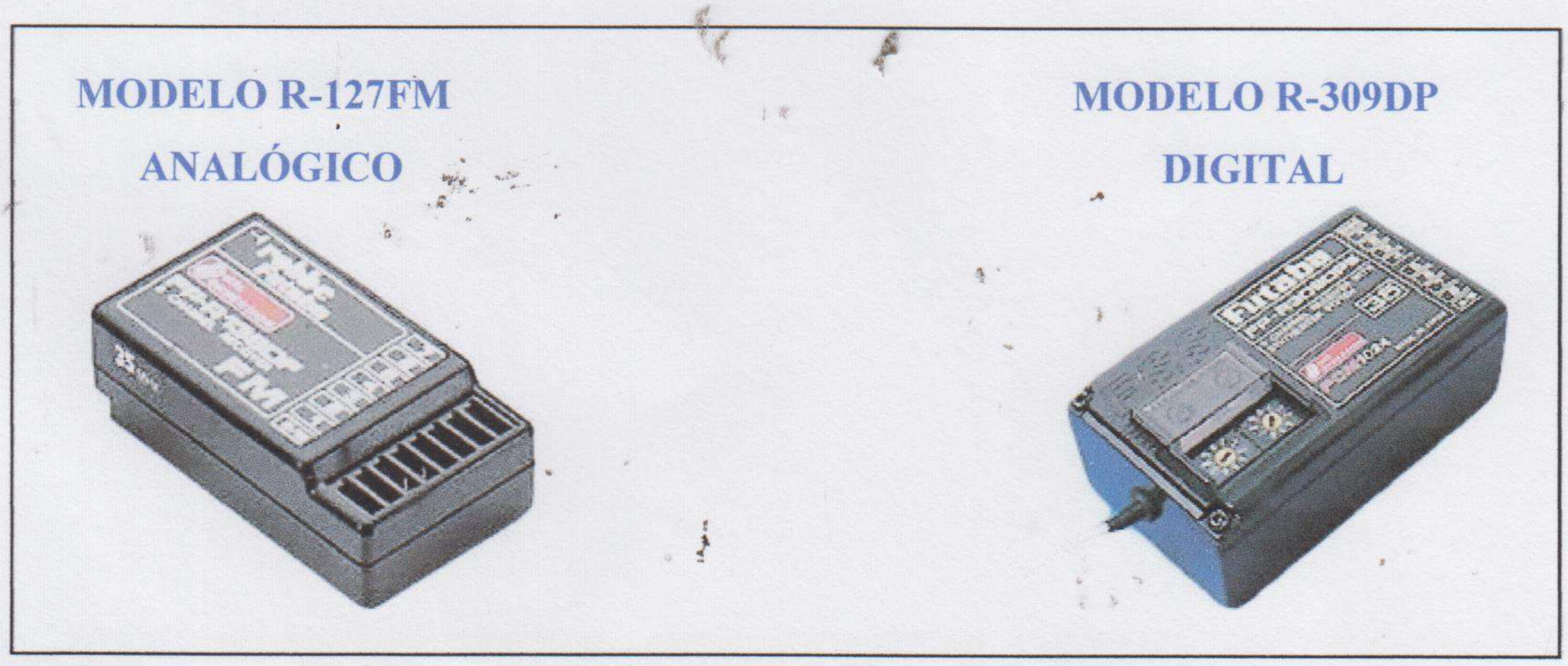


Figura 11 – Foto de dois rádios receptores do fabricante Futaba.

2.2.3 Servo remoto

O **servo** consiste de um equipamento que ao receber um determinado estímulo é capaz de se posicionar fielmente conforme o comando recebido. Ou seja, o servo recebe impulsos elétricos oriundos de um dispositivo controlador e dar como resposta um posicionamento físico do seu eixo. O **servo remoto** tem a mesma função do **servo**, só que o seu acionamento acontece remotamente, onde um transmissor envia um comando, o receptor recebe este comando e aciona o **servo remoto**. Na figura 12 foto de um servo do fabricante futaba.



Figura 12 – Foto do servo modelo S5050 do fabricante Futaba.

Esta característica do **servo** que transformar em movimentos mecânicos os impulsos elétricos oriundos de um controlador os torna ideal para aplicações no mundo real, pois o acionamento dos mais diversos dispositivos é bastante facilitado quando se interage diretamente no mesmo. Na figura 13 um exemplo de acionamento de um **servo** por um transmissor/receptor remotamente..

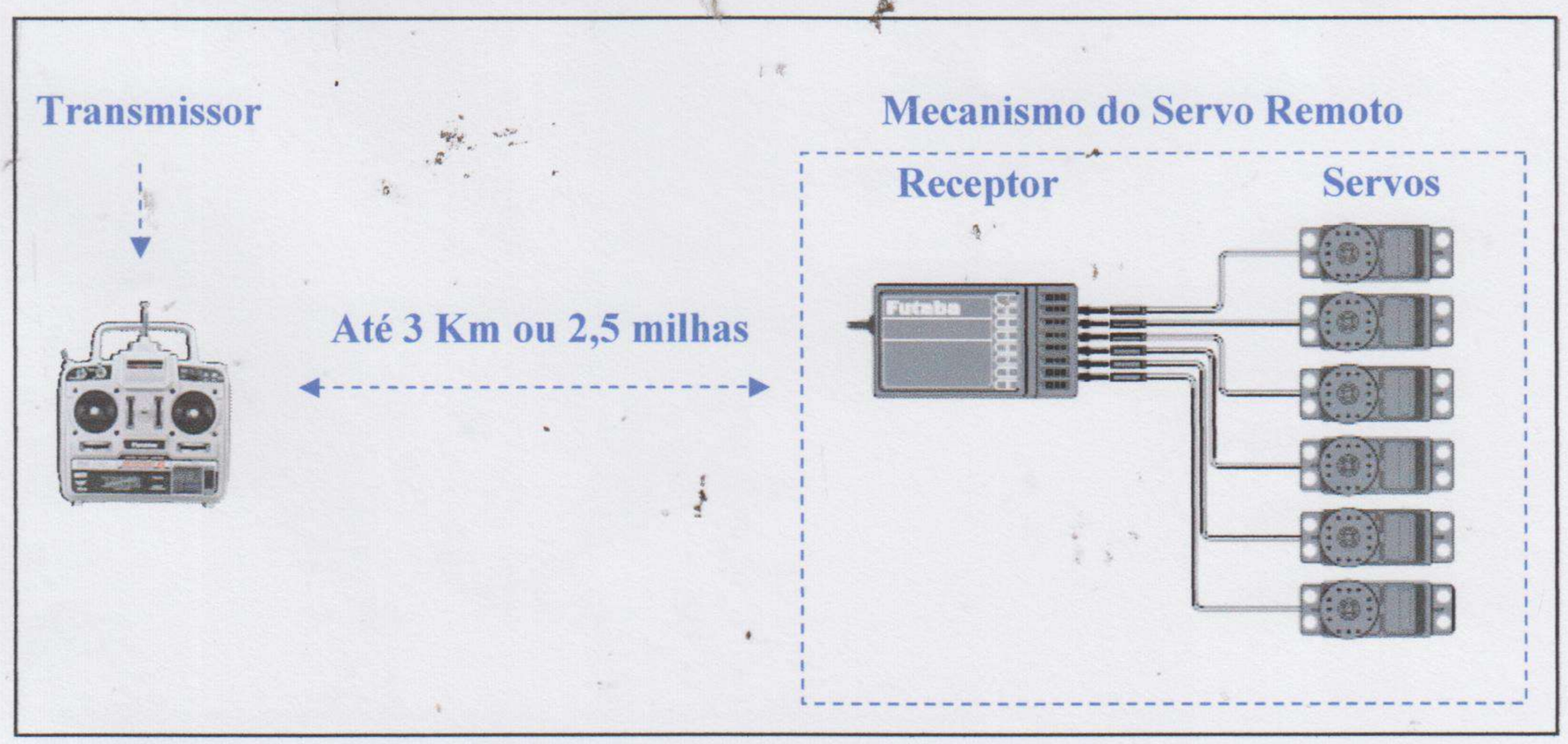


Figura 13 – Ilustração do funcionamento de um servo remoto.

2.3 APLICAÇÃO DO CONTROLE VIA RÁDIO FREQUÊNCIA

Na atualidade, este tipo de equipamento tem sido utilizado principalmente para esporte ou hobby, sendo que devido ao elevado custo de aquisição e alto risco de danos em caso de erro operacional, apenas as classes com maior poder aquisitivo têm acesso. Na figura 14 vemos alguns exemplos de uso destes equipamentos.

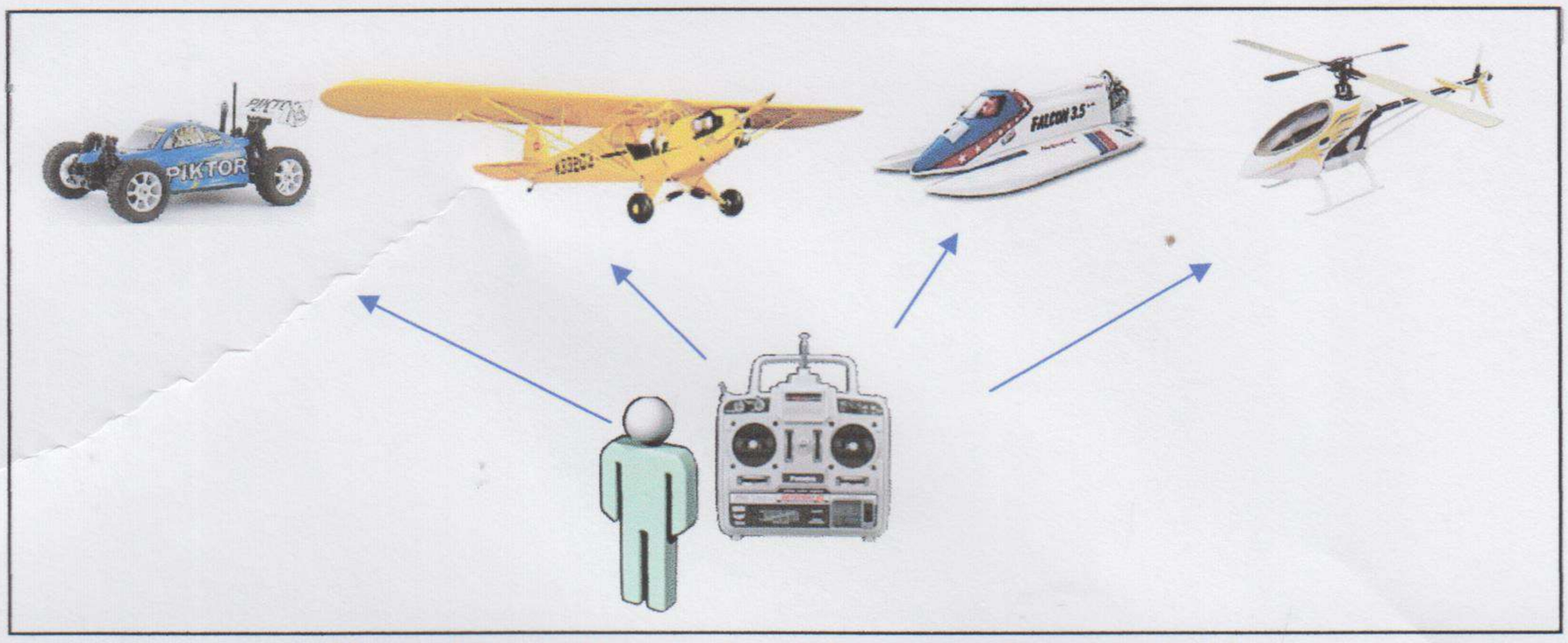


Figura 14 – Aplicação dos rádios controles como hobby .

Existe uma aplicação computacional em uso há bastante tempo, onde o rádio controle é conectado ao computador pela porta serial e um software específico para treinamento de simulação de vôo é executado, permitindo ao usuário realizar o treinamento antes de operar efetivamente os dispositivos móveis, evitando erros, prejuízos e acidentes. Neste caso os comandos são enviados pelo rádio controle, através de uma porta de comunicação do computador, para que o software decodifique e execute os comandos recebidos. Na figura 15 vemos um exemplo de utilização de um simulador de vôo para treinamento, onde o rádio controle serve apenas como joystick[6], não havendo necessariamente a transmissão de ondas eletromagnéticas.

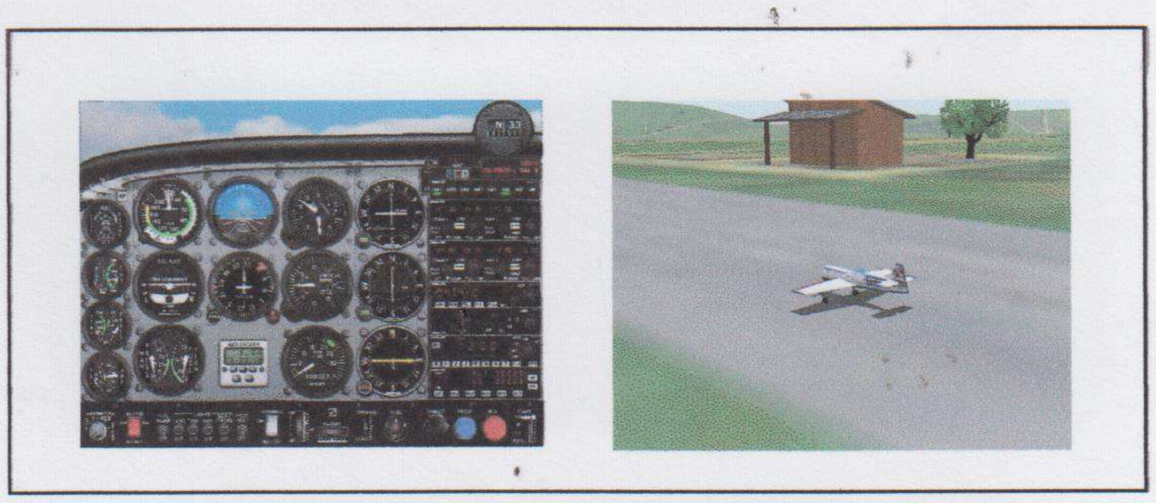


Figura 15 – Telas um simulador de vôo.

---

[6] Dispositivo de entrada, geralmente usado para jogos de computador (Aurélio, 2005).

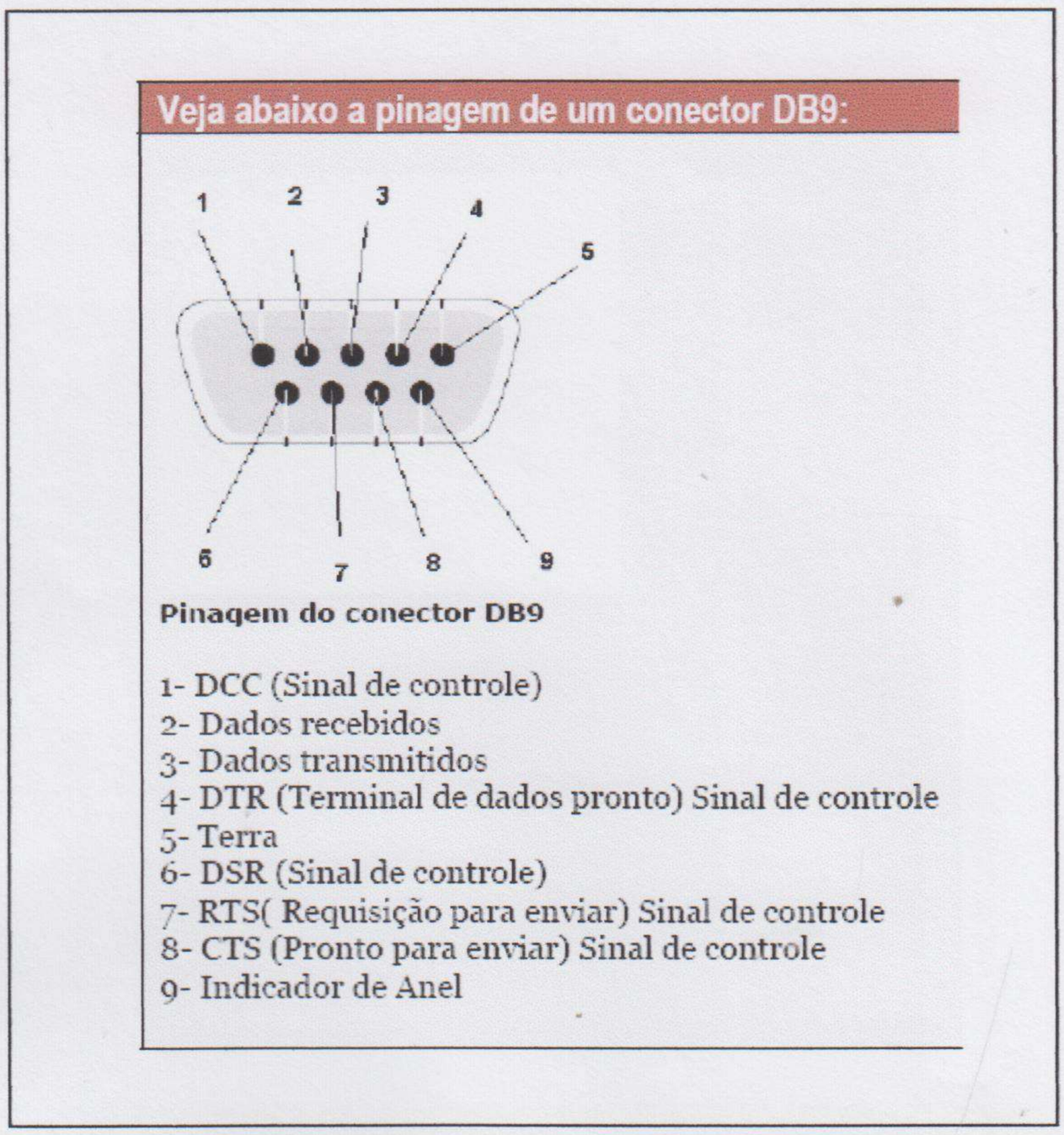


Figura 18 – Designação dos pinos do conector DB-9 (Gabriel Torres, 1998).

2.5 API JAVA DE COMUNICAÇÃO

Segundo Deitel (2005, p.165):

> Programas Java são escritos combinando novos métodos e classes que o programador escreve com métodos e classes predefinidos disponíveis na Java Application Programming Interface (também conhecida como API do Java ou biblioteca de classes Java) e em várias bibliotecas de classes. Em geral, classes relacionadas são agrupadas em pacotes de modo que possam ser importadas nos programas e reutilizadas.

A API de comunicação 3.0 Java é um pacote[7] que facilita o desenvolvimento de aplicações que utilizam as portas de comunicações seriais e ou paralelas para transmissão e recepção de dados síncronos ou assíncronos, esta API é também conhecida como "javax.comm" e fornece subsídio para acesso ilimitado de hardware das portas seriais de comunicação em diversos sistemas operacionais.

---

[7] Conjunto de classes com objetivos comuns.

2.4 HARDWARE DA PORTA SERIAL DE COMUNICAÇÃO

O computador tem incrementado as opções para utilização de diversos equipamentos. Para que a comunicação entre o computador e os equipamentos a serem controlados seja efetivada, serão utilizadas as portas de entrada e saída do computador.

Segundo Gabriel Torres (1998, p.17):

> Embora o microcomputador seja algo um tanto quanto fantástico, não nos adiantaria em nada se ele não pudesse receber dados do usuário ou responder ao processamento executado de alguma forma. Um computador seria um elefante branco se não pudéssemos fazer com que ele se comunicasse com o meio externo. Por isso, existem diversos dispositivos de entrada e saída de dados, genericamente chamados de dispositivos de I/O (Input/Output) ou dispositivos de E/S (Entrada/Saída), por exemplo, um teclado (dispositivo de entrada de dados) e um monitor de vídeo (dispositivo de saída de dados).

Para efetivação da comunicação entre o computador e o rádio transmissor responsável pelo envio de comandos ao dispositivo servo-controlado será utilizada a comunicação através da porta serial.

Segundo Gabriel Torres (1998, p.656):

> Existem dois tipos de comunicação serial: síncrona e assíncrona. No primeiro tipo, há um canal de transmissão de dados e um canal de sincronismo, que mostra ao receptor onde começa e onde termina cada conjunto de dados que está sendo transmitido pelo canal de dados.
>
> A comunicação utilizada em microcomputadores é assíncrona, pois o mesmo canal que transmite os dados é responsável pela transmissão dos sinais de início e término do conjunto de dados.

Será utilizada a comunicação serial assíncrona para envio de comandos ao rádio transmissor, sendo necessário o entendimento de algumas componentes deste padrão de comunicação. A figura 16, ilustra o aspecto da comunicação serial.

START BITS	BITS DADOS	BITS PARIDADE	STOP BITS

Figura 16 – Aspecto da transmissão de dados serial.

Abaixo é descrito o formato da transmissão dos dados seriais e a definição de cada uma de suas componentes:

Segundo Gabriel Torres (1998, p.657):

Vejamos cada um dos elementos envolvidos:

- **Start Bit**: O tamanho do start bit é fixo, padronizado e diferente dos outros bits, uma vez que sua largura é de 1 bit e meio.
- **Dados**: Apesar de normalmente utilizarmos conjuntos de 8 bits, antigamente se utilizavam conjuntos de 7 bits, uma vez que o código ASCII é um código originalmente de 7 bits.
- **Paridade**: Pode ter ou não. Quando a paridade é escolhida, devemos definir se utilizaremos paridade par (even) ou ímpar (odd).
- **Stop Bit**: Podemos definir o tamanho do stop bit.
- **Velocidade**: É medida em bits por segundos (bps). Valores típicos são 300, 1.200, 2.400, 9.600, 19.200, 38.400, 57.600 e 115.200 bps.

Essas variáveis constituem um protocolo. O protocolo mais utilizado é o 8N1 (8 bits de dados, None - nenhuma paridade - e 1 stop bit). Antigamente, o mais utilizado era o 7E1 (7 bits de dados, Even -paridade par - e 1 stop bit). Fora o protocolo, devemos fazer com que o receptor trabalhe sob a mesma velocidade do transmissor, caso contrário não haverá comunicação.

O centro da transmissão de dados na comunicação serial chama-se UART (Universal Asynchronous Receiver and Transmitter - receptor e transmissor assíncrono universal). Quando queremos transmitir um dado via porta serial, programamos a sua UART com o protocolo a ser utilizado e enviamos o dado à mesma. A UART pega esse dado e o transmite em série, seguindo o protocolo utilizado. No receptor, haverá uma UART que deverá estar pré-programada com o mesmo protocolo do transmissor. Essa UART receberá os dados em série, remontando-os e entregando os mesmos ao dispositivo receptor, que poderá ser um outro microcomputador, uma agenda eletrônica ou um modem.

Esta porta serial, vista na figura 17, presente nos computadores possui especificações para os conectores DB-9 macho, e na figura 18, Segundo Gabriel Torres (1998, p.659), mostramos a designação dos pinos deste conector:



Figura 17 – fotografia do conector serial.

Permite a configuração das portas seriais para uso como administrador com acesso irrestrito e como usuário com acesso restrito.

Segundo a Sun Microsystems:

> CARACTERÍSTICAS DA API SERIAL:
>
> - Lista das portas (Descreve a configuração das portas de administrador e usuário)
> - Configuração das Portas (Taxa de transferência, velocidade, bits de parada, bits de partida e paridade)
> - Acesso ao padrão EIA-232 e aos sinais DTR, CD, CTS, RTS e DSR.
> - Opções de controle de fluxo de hardware e software.
> - Controle do começo da recepção do buffer.
> - Opções para notificação de eventos no modo assíncrono:
>
> - dados disponíveis em uma porta
> - mudança de nível de hardware em uma linha da porta.
> - Mudança de dono de uma porta em uma única JVM(Java Virtual Machine).

A utilização desta API, pacote que contém todas as classes e métodos necessários para o acesso à porta serial de comunicação, facilitará bastante o trabalho de desenvolvimento. O objetivo da API é simplificar o acesso ao hardware, abstraindo a complexidade do trabalho em baixo nível, deixando o desenvolvedor livre do trabalho pesado.

A Sun Microsystems fornece para download a API de comunicação serial e paralela.

2.5.1 Algumas facilidades da API de comunicação javax.comm

Para entendimento das facilidades oferecidas por esta API, relacionamos abaixo algumas fases importantes e imprescindíveis para a implantação de um sistema que necessite acesso a portas de comunicação serial, listando partes de códigos e métodos necessários.

2.5.1.1 Reconhecendo as portas de comunicação

Antes de iniciarmos a comunicação com a porta serial, precisamos reconhecer as portas existentes na estação de trabalho. A API de comunicação nos fornece o método **getPortIdentifiers( )** integrante da classe **CommPortIdentifier** que retorna em uma estrutura Enumeration, as portas disponíveis. Na figura 19, um exemplo de utilização deste método.

```
//....
Enumeration listaDePortas;
listaDePortas = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers( );
//...
```

```
//...
int i = 0;
        portas = new String[10];
        while (listaDePortas.hasMoreElements( )) {
                CommPortIdentifier ips = (CommPortIdentifier)listaDePortas.nextElement(
        );
                portas[i] = ips.getName( );
                i++;
}
//...
```

Figura 19 – Exemplo de utilização do método "getPortIdentifiers( )".

O método **hasMoreElements()** retorna o próximo elemento da estrutura "listaDePortas", e o loop while garante que todos os elementos sejam passados ao Array "portas" através do método **getName( )**.

2.5.1.2 Abrindo portas para comunicar dados

O método **getPortIdentifier(String porta)** da classe **CommPortIdentifier** retorna um identificador da porta escolhida. Precisamos instanciar um objeto para receber esse identificador. Na figura 20, um exemplo de instância de um objeto.

```
CommIdentifier cp = CommPortIdentifier.getPortIdentifier(minhaPortaEscolhida);
```

Figura 20 – Instanciando um objeto "cp" para receber o identificador da porta.

Em seguida criamos uma instância da classe **SerialPort** utilizando o identificador.

A porta somente poderá ser aberta após ter sido identificada. Na figura 21, um exemplo de recuperação de uma instancia da classe **SerialPort.**

```
SerialPort porta = (SerialPort)cp.open("SComm",timeout);
```

Figura 21 – Recuperação de uma instância da classe "SerialPort".

O método **open( )** tem como parâmetros o nome da classe principal (faça isso para não gerar conflitos) e o valor desejado para timeout. Em seguida, precisamos atribuir fluxos de

entrada e saída. Basta utilizar as classes Abstratas **OutputStream** e **InputStream**, já que a classe **SerialPort** implementa os métodos de entrada e saída dessas classes para comunicação serial.

2.5.1.3 Para ler dados na porta serial

O método **porta.getInputStream( )** lê os dados disponíveis na porta identificada e aberta. Na figura 22, um exemplo de utilização deste método.

```
InputStream entrada = porta.getInputStream( );
```

Figura 22 – Recuperação de uma instância da classe "InputStream".

2.5.1.4 Para escrever dados na porta serial

O método **porta.getOutputStream( )** escreve os dados disponíveis na porta identificada e aberta. Na figura 23, um exemplo de utilização deste método.

```
OutputStream saida = porta.getOutputStream( );
```

Figura 23 – Recuperação de uma instância da classe "OutputStream".

2.5.1.5 Configurando os parâmetros da porta serial

Em seguida precisamos configurar os parâmetros de comunicação serial, para isso utilizamos o método **setSerialPortParams**, Na figura 24, um exemplo de utilização deste método.

```
porta.setSerialPortParams(baudrate, porta.DATABITS_8, porta.STOPBITS_2,
porta.PARITY_NONE);
```

Figura 24 – Utilizando o método "setSerialPortParams( )".

2.5.1.6 Enviando bytes para a porta serial

Depois de configurar a porta para comunicar e definido o fluxo de saída, podemos comunicar os dados utilizando o método **getByte( )**. Isso é bem simples: Na figura 25, um exemplo de utilização deste método.

```
String cmd = "1010001101";
saida.write(cmd.getBytes( ));
saida.flush();
```

Figura 25 – Utilizando o método "getByte( )".

2.5.1.7 Recebendo bytes na porta serial

Para ler dados na porta de comunicação serial o trabalho é bem maior, mas como a nossa aplicação não utiliza o tráfego de dados entrando no computador e apenas saindo do computador para os equipamentos de rádio freqüência, abaixo apenas a descrição básica do funcionamento do recebimento de dados:

- Criar um fluxo de entrada.
- Adicionar um gerenciador de eventos para dados na porta serial.
- Instanciar uma Thread para aguardar os eventos.
- Tratar o evento e receber os dados.

3 ANÁLISE E PROJETO DO SISTEMA

3.1 APLICAÇÃO PROPOSTA

Além da utilidade como hobby, novas possibilidades de uso surgem quando se incorpora um sistema computacional capaz de controlar eficientemente a porta serial do computador e conseqüentemente os rádios controles. Diferentemente do simulador de vôo apresentado na seção 2.3, onde os comandos seguem no sentido do rádio controle para o computador, nesta proposta de aplicação os comandos seguem no sentido contrário, ou seja do computador para o rádio controle.

O uso do computador para o efetivo controle do rádio transmissor traz alguns benefícios interessantes para as corporações, como por exemplo à possibilidade de registro dos comandos efetuados, o momento exato das operações realizadas e até a execução de operações de controle previamente programados.

Na figura 26 vemos um exemplo da aplicação proposta, onde alguns dispositivos móveis são controlados a partir do computador. Agora poderemos controlar quaisquer tipos de dispositivos móveis, usufruindo da vantagem de se abstrair a complexidade do rádio controle, acrescentando maior precisão na sua operação.

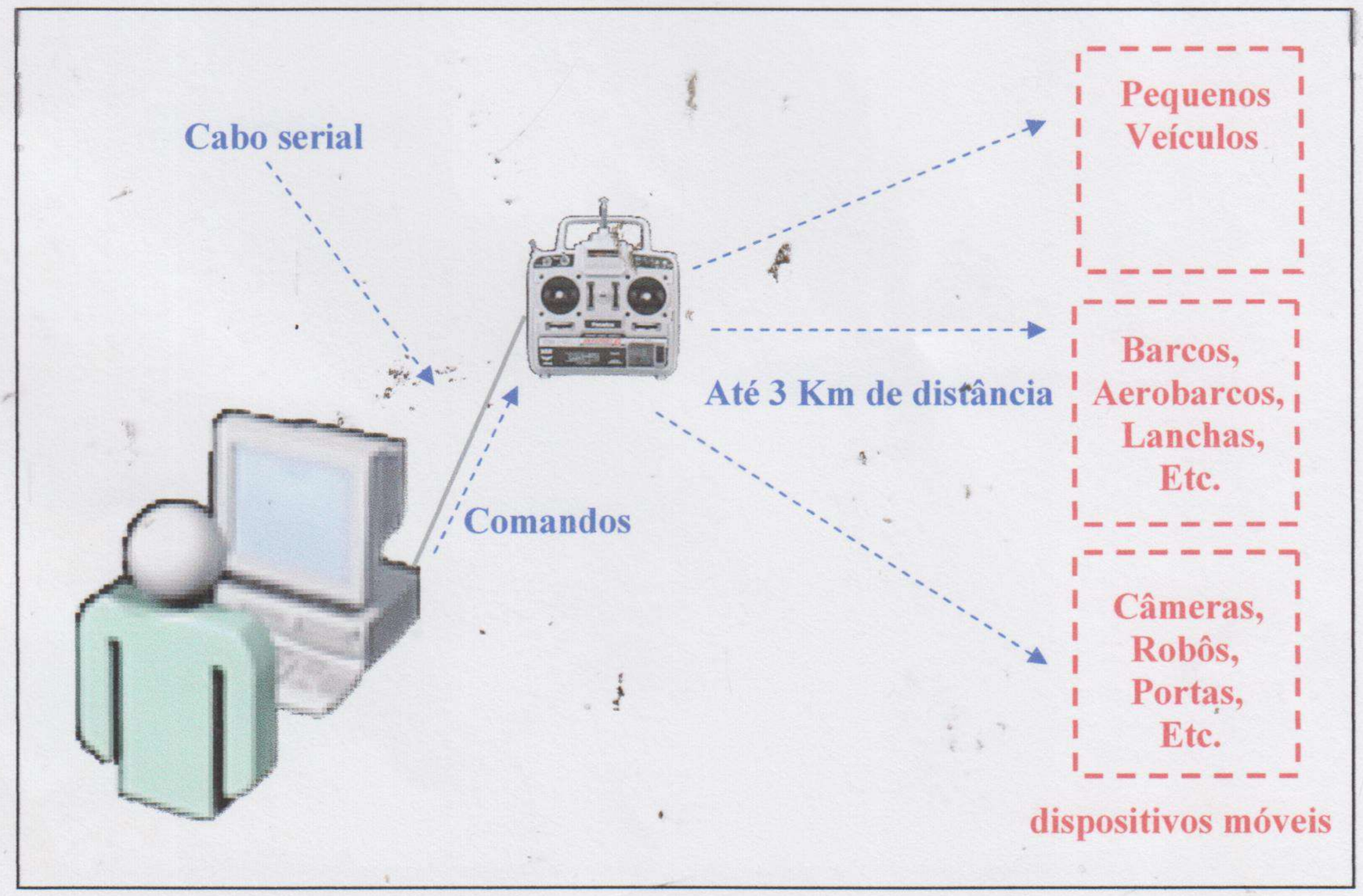


Figura 26 – Exemplos da aplicação proposta.

3.2 ANÁLISE DO SISTEMA – CASOS DE USO

Na figura 27, vemos alguns dos casos de uso da aplicação proposta, conforme descrição abaixo:

- **DireitaUmGrau** - o dispositivo móvel se posicionará um grau para a direita.
- **EsquerdaUmGrau** - o dispositivo móvel se posicionará um grau para a esquerda.
- **Para frente** - o dispositivo móvel andará para frente até receber novo comando.
- **ParaTras** - o dispositivo móvel andará para traz até receber novo comando.
- **Parar** - o dispositivo móvel deverá parar de se movimentar.

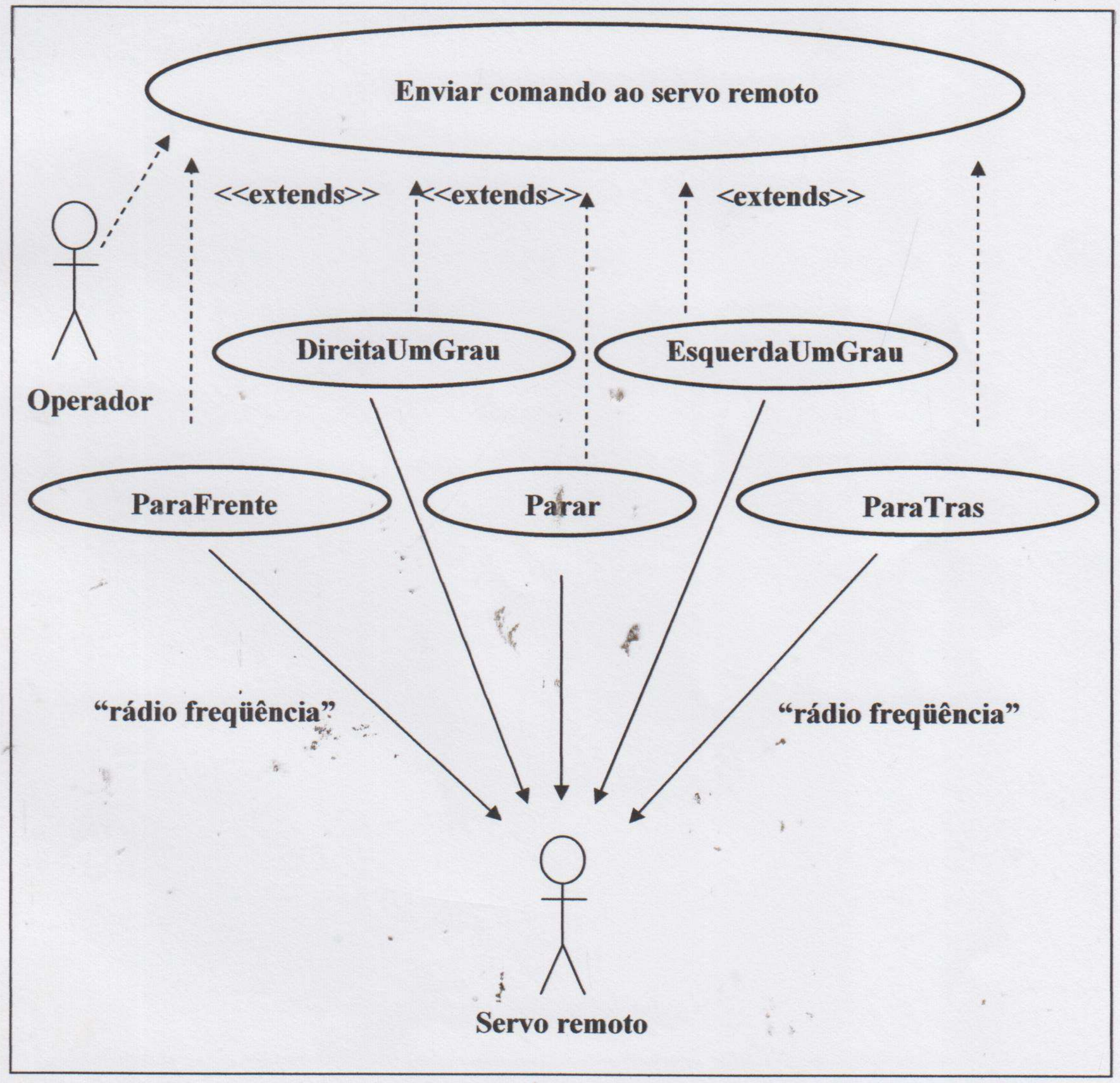


Figura 27 - Exemplos de casos de uso da aplicação.

3.3 DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA DO SISTEMA

Na figura 28, o diagrama de seqüência para o caso de uso **DireitaUmGrau** utilizado na figura 27, onde o Operador dispara o método **DireitaUmGrau** da classe **Controle** que envia a **"String D1"** contendo os bits pré-programados para o método **EnviarComando(String cmd)** da classe **Comunica** que os recebe na **"String cmd"** e os envia para o método **saída.write(cmd.getByte( ))**, que por fim envia o comando para o :Sistema.

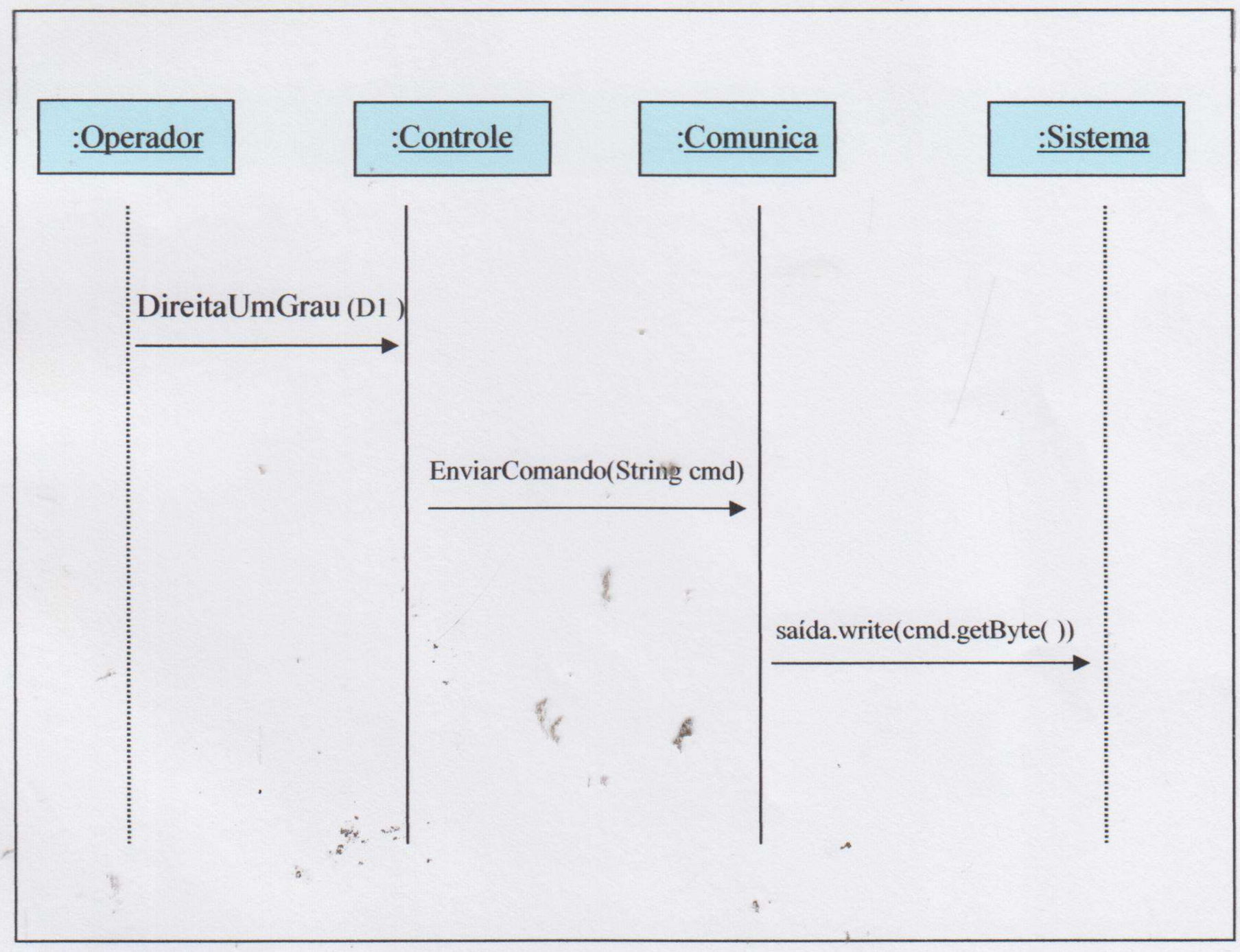


Figura 28 – Diagrama de seqüência do caso de uso **DireitaUmGrau**.

3.4 DIAGRAMA DE CLASSES

O diagrama de classes mostra as classes, os relacionamentos entre elas, as dependências e todos os seus métodos e atributos. Na figura 29, encentram-se as três classes utilizadas no sistema e os seus relacionamentos.

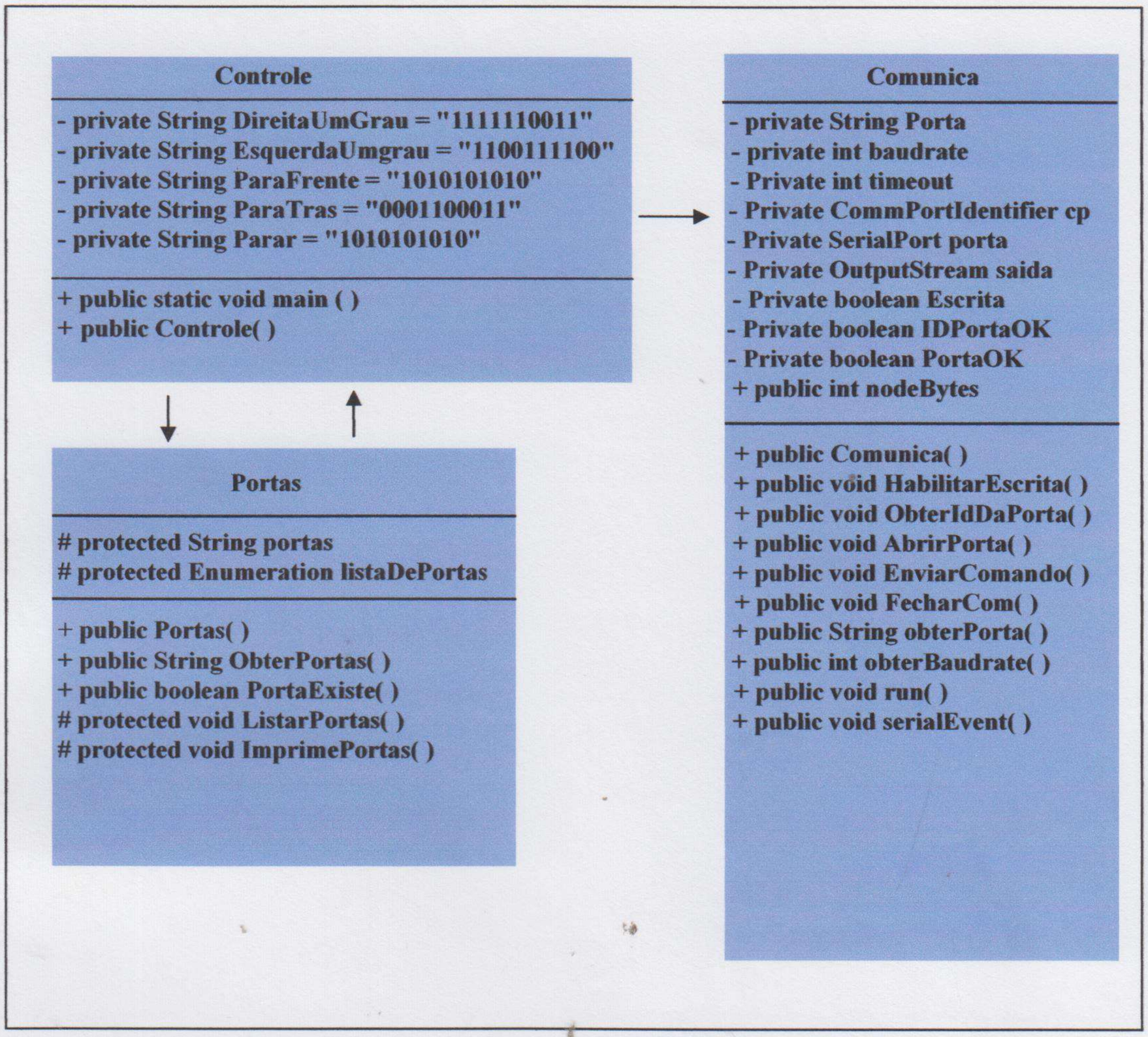


Figura 29 – Diagrama de classes utilizadas no sistema.

A classe **Controle** se comunica com a classe **Portas** para obter, identificar e imprimir as portas de comunicação disponíveis. A classe **Controle** se comunica com a classe **Comunica** para efetivar o envio de comandos a uma determinada porta de comunicação previamente identificada pela classe **Portas**.

3.5 INTERFACE DO SISTEMA

Para exemplificar a interface do sistema, foi criado o modelo da figura 30, onde foram controlados dois motores de corrente contínua, alimentados por uma bateria de 12 volts e interligados em duas rodas de um pequeno veículo.

O botão **"Para Frente"** acionará os dois motores, fazendo o veículo andar para frente, sendo que antes de acionar os dois motores, será executado o comando de Parar, eliminando a necessidade de acionamento do botão **"Parar"** sempre que for necessário a mudança de sentido da direção.

O botão **"Para Tras"** acionará os dois motores no sentido contrário, fazendo o veículo andar para tras, sendo que antes de acionar os dois motores, será executado o comando de Parar, eliminando a necessidade de acionamento do botão **"Parar"** sempre que for necessária a mudança de sentido da direção.

O botão **"Parar"** cortará a energia dos motores, fazendo o veículo parar.

Os botões **"Direita"** e **"Esquerda"** assumirão duas funções:

1 – Quando os dois motores estiverem acionados, ou seja, quando o veículo estiver andando para frente ou para trás este botão, cortará a energia de um dos motores, fazendo com que o veículo faça uma curva no sentido do motor que foi desligado.

2 – Quando os dois motores estiverem desligados, ou seja, quando o veículo estiver parado, este botão acionará os dois motores, mas em sentido contrário, fazendo com que o veículo gire no próprio eixo.

O botão **"Sair"** Desligará todas as funções do controle antes de encerar o sistema.

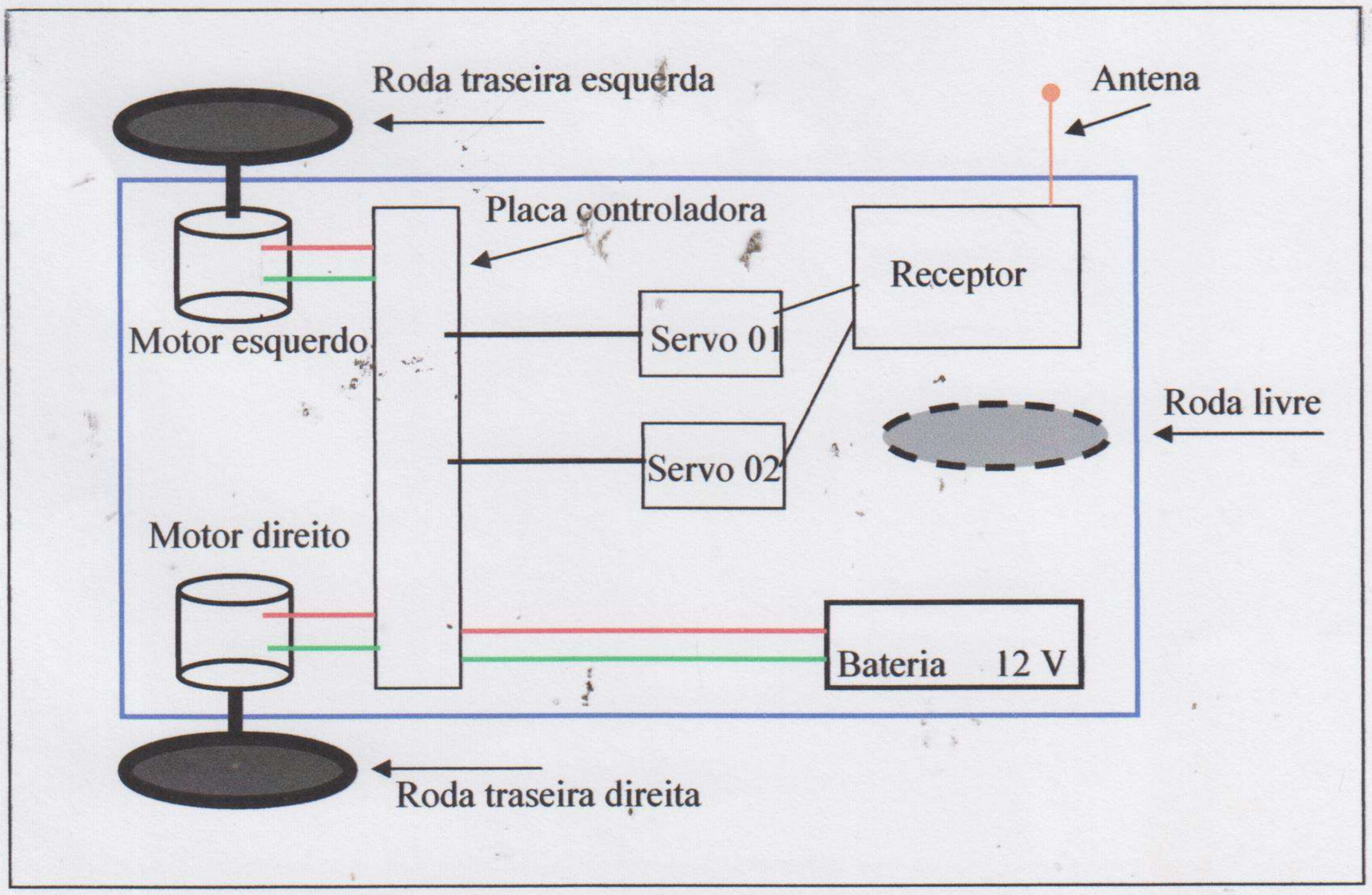


Figura 30 – Exemplo de controle de dois motores com servo remoto.

3.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para desenvolvimento deste sistema, foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado Netbenas 5.0 da Sun Microsystems, devido às facilidades oferecidas por esta IDE - Integrated Development Environment para o desenvolvimento de aplicações Java. Está ferramenta de desenvolvimento está disponível para download gratuito no site da netbeans.

Foram utilizados os princípios do projeto de interfaces gráficas com o usuário (Graphical user interfaces – GUI).

Foi utilizado o gerenciador de layout do tipo "NullLayout", por facilitar a colocação dos componentes aleatoriamente na tela, se moldando mais facilmente ao tipo de aplicação que foi desenvolvida.

A figura 31, mostra um conteinner[8] com alguns botões, onde foram incrementados os comandos, do exemplo dos casos de uso da figura 28, a serem enviados através da porta serial do computador aos dispositivos servo controlados.

Foi escolhido o tipo de botão "JButton", devido o mesmo se comportar como botão de acionamento momentâneo facilitando em muito a operação do sistema e determinando um comportamento ideal para as facilidades incorporadas neste exemplo.

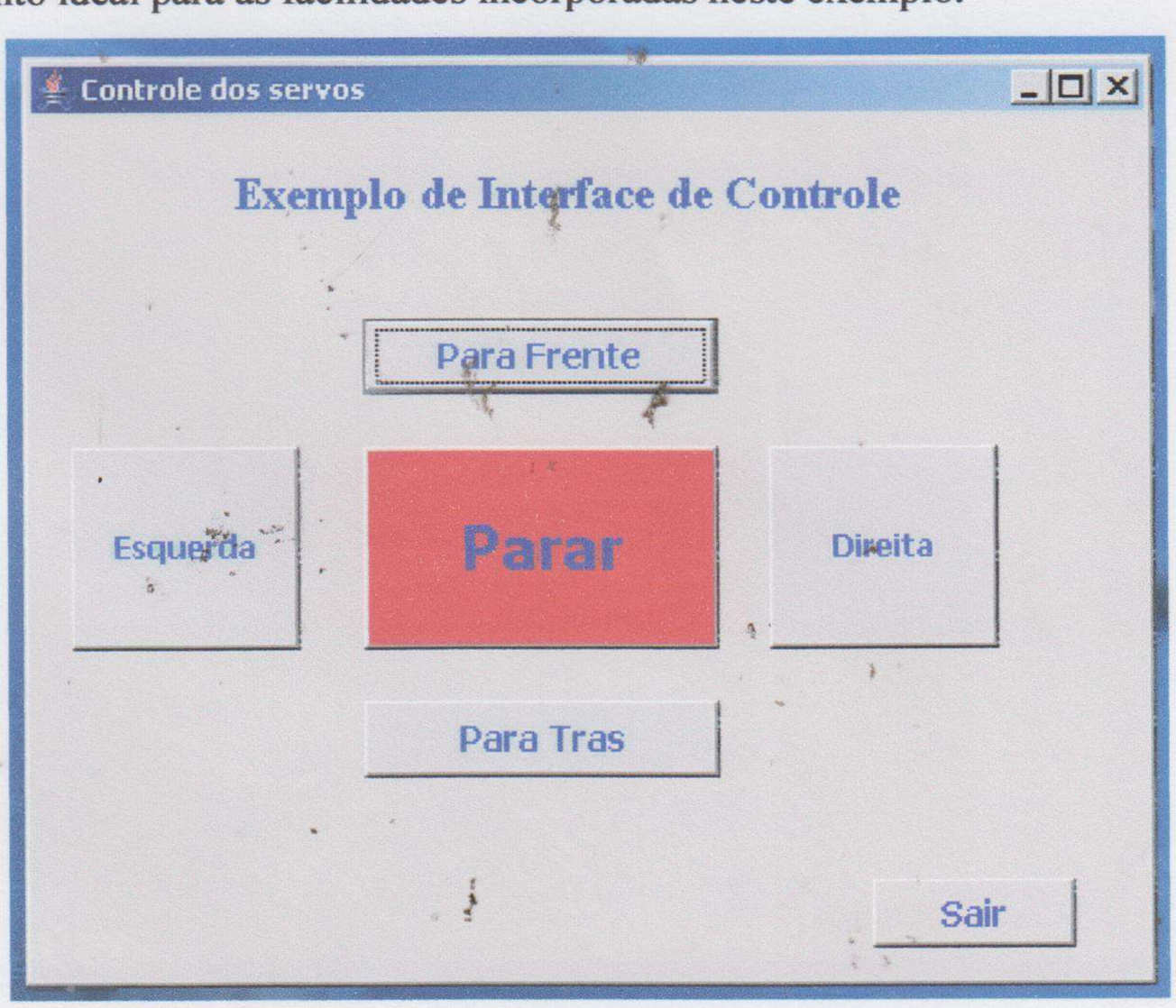


Figura 31 – Exemplo de Interface de Controle.

[8] Agrupamento de componentes.

4 METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa optou-se fazer um estudo do tipo exploratório-descritivo combinado.

De acordo com Marconi e Lakatos (1991, p. 187):

> São estudos exploratórios que têm por objetivo descrever completamente determinado fenômeno, como, por exemplo, o estudo de um caso para o qual são realizadas análises empíricas e teóricas. Podem ser encontradas tanto descrições quantitativas e/ou qualitativas quanto acumulação de informações detalhadas como obtidas por intermédio da observação participante. Dá-se precedência ao caráter representativo sistemático e, em conseqüência, os procedimentos de amostragem são flexíveis.

Segundo Gil (1996, p. 46):

> As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.
> As pesquisas descritivas são, juntamente com as exploratórias, as que habitualmente realizam os pesquisadores sociais preocupados com a atuação prática.

Todas as pesquisas foram realizadas com objetivo de se determinar os parâmetros necessários para utilização de um sistema computacional capaz de controlar eficientemente, através da porta serial do computador, os equipamentos de rádio freqüência.

5 CONCLUSÃO

A possibilidade de acionamento da aplicação via Internet, o registro dos administradores e usuário do sistema, o registro de todas as operações realizadas pela aplicação, o recebimento de imagens geradas a partir dos dispositivos móveis e a implementação de um sintetizador de voz para o envio de mensagens, são algumas das idéias iniciais que não foram implementadas, mas que poderão ser adicionadas futuramente.

Pesquisar e estudar os assuntos relativos a este contexto não é tarefa fácil. A dificuldade de se conseguir material bibliográfico, aliado a grande quantidade de material disponível na internet sem referências, tornou a pesquisa cansativa e pouco produtiva, sendo estes os principais motivos para a pequena quantidade de trabalhos publicados.

A API de comunicação da Sun Microsystems é bastante simples, não havendo nenhuma dificuldade para o seu entendimento, no entanto, para que a linguagem Java possa controlar a porta serial do computador, diversos passos precisam ser efetuados, uma verdadeira maratona de procedimentos que nem sempre surtem efeito. O conhecimento de peculiaridades do sistema operacional a ser utilizado facilita bastante o trabalho de comunicação do hardware com o software.

Para operação dos equipamentos de rádio freqüência nenhuma dificuldade foi enfrentada, mas para o manuseio com os servos remotos é necessário um mínimo de habilidade e raciocínio mecânico, sendo este um aspecto a ser considerado pelos futuros pesquisadores.

Considero bastante positivo este trabalho, vejo como muito grande a possibilidade de transformar está idéia em uma oportunidade de negócio, mas, ainda é preciso avançar nas pesquisas, principalmente no ambiente das industriais, principal porta de entrada para esta aplicação.

Para complementar e diversificar as áreas de atuação desta pesquisa, sugiro um estudo mais específico da linguagem Java para o controle das portas USB, substituta natural das portas serias e um estudo para verificar as possibilidades de aplicação desta solução no controle de bonecos gigantes, utilizados nos shopping centers e em grandes eventos, contribuindo de forma marcante com a área de marketing e propaganda.

REFERÊNCIAS

ANATEL, Resolução nº 365, Agencia Nacional de Telecomunicações. Disponível em: <www.anatel.gov.br/biblioteca/resolucao/2004/res_365_2004.pdf>. Acesso em 15 out 2006.

DEITEL, Harvey; Deitel, Paul. Trad. Furmankiewicz, Edson. **Java: como programar**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.

ENCICLOPÉDIA BARSA. Rio de Janeiro: Enciclopédia Britânica, 2004.

GIL, Antonio Carlos, **Como Elaborar um Projeto**, São Paulo: Atlas, 1996.

GUJ-Grupo de Usuários Java. Comunicação Serial Utilizando a API da SUN. Disponível em <http://www.guj.com.br/apisun.pdf> Acesso em: 19 out 2006.

LARMAN, Craig. **Utilizando UML e padrões: Uma introdução à análise e a projeto orientados a objetos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

LUZ, Antonio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Curso de física**. São Paulo: Scipione, 1999.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

SUN, Sun Developer Network (SDN), Core Java Communications. Sun Microsystem's. Disponível em <http://java.sun.com/products/javacomm/>. Acesso em: 28 out 2006.

TORRES, Gabriel. **Hardware Curso Completo**. Rio de Janeiro, Axcel Books, 1998.