

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE SEM FIO BASEADA EM BLUETOOTH SOBRE A FERRAMENTA DE PROTOTIPAGEM ARDUINO

A. A. F. SOARES¹, I. F. VIEIRA JUNIOR² e W. D. S. VASCONCELOS³

E-mail: allyson.soares@ifrn.edu.br¹; ivanilson.junior@ifrn.edu.br²; Wanderson.douglas16@gmail.com³

RESUMO

O presente artigo refere-se a um estudo de aplicações das tecnologias sem fio, onde o objetivo principal é apresentar a proposta de um modelo para automação da iluminação residencial. Trata-se de uma rede Bluetooth aliada a uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source*, denominada Arduino, onde o usuário pode controlar as lâmpadas

de sua casa enviando comandos que serão usados para realizar o controle. A partir dessa rede lógica, planejada para operar sobre os protocolos utilizados pelo Bluetooth, poderá ser feito o controle de toda a iluminação da casa independentemente do cômodo em que o usuário esteja.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Bluetooth, open-source, eletrônica, radiofrequência, automação.

STUDY AND DEVELOPMENT OF A WIRELESS BLUETOOTH BASED ON TOOL PROTOTYPE ARDUINO

ABSTRACT

This article refers to a study of applications of wireless technologies, where the main objective is to present a model for network automation residential lighting. It is a Bluetooth network ally a platform open-source electronics prototyping, called Arduino, where the user can to send the commands to be used

to control the lights of your home from a logical network, planned to operate on protocols used by Bluetooth. The intention is that irrespective of what environment the user is in the house it can control your lighting network.

KEY-WORDS: Arduino, Bluetooth, open-source, electronics, radio, automation.

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão da utilização de dispositivos móveis durante a última década, houve uma mudança de cenário, onde a necessidade não é apenas conectar estações fixas, mas também oferecer opções para os usuários desses aparelhos. Neste ambiente atual, a tecnologia sem fio começou a se estabelecer, ganhando um espaço considerável entre as tecnologias de transmissão de dados existentes.

Com o intuito de aliar conhecimento teórico à prática este trabalho tem como principal foco apresentar o uso de um dos padrões de transmissão sem fio em uma aplicação. Trata-se de um projeto de automação residencial totalmente adaptável, onde toda a comunicação entre os dispositivos, ou seja, todas as informações de controle são transmitidas sobre a estrutura de protocolos do padrão Bluetooth de transmissão sem fio.

Este trabalho foi subdividido em cinco partes: Introdução, onde se apresenta à problemática e o objetivo por este documento almejado; Revisão bibliográfica, que traz uma abordagem dos pressupostos teóricos utilizados na fundamentação deste; Metodologia, onde se aborda os métodos e estratégias empregados durante a pesquisa e a realização do presente artigo; Testes e resultados, na qual é feita uma análise dos resultados a cerca dos dados obtidos durante a realização dos testes; e a Conclusão, que traz as considerações finais a respeito da problemática aqui abordada, apresentando, conseqüentemente, sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Redes sem fio

A infraestrutura física utilizada pela Internet Global é bastante heterogênea, ou seja, isso permite que as informações consigam atingir todas as partes do mundo, utilizando meios físicos de transmissão como a fibra ótica, cabo coaxial, além das tecnologias sem fio.

Um enlace para comunicação de dados sem fio é um sistema ponto-a-ponto, também chamado de rádio enlace, que utiliza como meio de comunicação entre os dois pontos uma portadora eletromagnética que se propaga pela atmosfera do transmissor até o receptor, os sinais de radiodifusão viajam através do ar, ficando acessível a quem quer que disponha de um dispositivo capaz de recebê-los (FOROUZAN 2006, p. 185). A Figura 1 traz os elementos básicos para um enlace de dados sem fio.

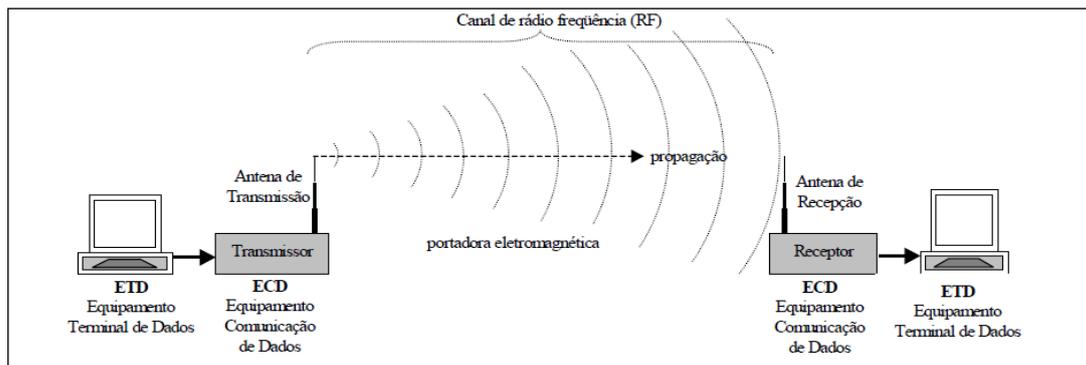


Figura 1: Elementos básicos de um enlace sem fio (Rochol (2005, p. 5)).

Para dá suporte a todos os tipos de dispositivos, desta forma atendendo todas as necessidades dos usuários, os sistemas modernos de comunicação sem fio são classificados em classes de acordo com suas características (ROCHOL 2005, p. 12). A Tabela 1 a seguir mostra as cinco classes e suas características predominantes de uma forma resumida.

Tabela 1: Tabela das classes de redes sem fio (ROCHOL 2005).

Classe de Sistemas Sem fio	Cobertura geográfica	Mobilidade	Custo
Sistemas Pessoais Celulares	Internacional	Alta	Médio
Sistemas de Satélite	Global	Alta	Alto
Sistemas de baixa cobertura ou Cordless	Dezenas de metros	Baixa	Baixo
Redes sem Fio ou WLANs	Centenas de metros	Baixa	Baixo
Rádios Enlaces Fixos	Dezenas de quilômetros	Sem	Médio

2.2 Bluetooth

Em 1994, a empresa L.M. Ericsson ficou interessada em conectar seus telefones a outros dispositivos sem utilizar cabos. Junto com outras quatro empresas (IBM, Intel, Nokia e Toshiba) ela formou o consórcio SIG (*Special Interest Group*) com o objetivo de desenvolver um padrão sem fio para conectar dispositivos, o projeto foi denominado Bluetooth (TANENBAUM, 2003). Harald “Bluetooth” Blatand foi um viking, rei da Dinamarca, durante o período de 940 a 980 D.C. O apelido Bluetooth (dente azul) foi dado devido à coloração de sua arcada dentária, esse nome possivelmente veio por indicação da Ericsson, a representante nórdica do consórcio (RUFINO 2005, p. 196).

Segundo Stallings (2005, p. 238), o conceito do Bluetooth é fornecer um protocolo padrão de comunicação sem fio de curto alcance, do tipo PAN (*personal area network*), universal e projetado para baixo consumo, baseado em *microchips* transmissores de baixo custo em cada dispositivo. De acordo com o seu alcance o Bluetooth pode ser dividido em três classes: Classe 1 com

uma potência de 100mW (20 dBm) e um alcance de 100m, Classe 2 com uma potência de 2.5mW (4 dBm) e um alcance de 10m e Classe 3 com uma potência de 1mW (0 dBm) e um alcance de 1m.

No padrão Bluetooth oito dispositivos podem se conectar a uma *piconet* e dez dessas piconets podem coexistir na mesma faixa de cobertura do Rádio Bluetooth. Stallings (2005, p. 238) cita que “Todo o enlace é codificado e protegido contra violações e interferência”. O Bluetooth oferece suporte a três áreas de aplicação que usam conectividade sem fio e de curto alcance:

- Pontos de acesso de voz e dados: facilita a transmissão de voz e dados em tempo real fornecendo fácil conexão entre dispositivos;
- Substituição de cabo: elimina a necessidade de utilização de uma conexão guiada.
- Rede ad hoc: trata-se de um modelo simples em que é usado normalmente para transferência de arquivos ou sincronismo de estações.

2.3 Automação

Trata-se de um sistema automatizado em que os controles verificam seu próprio funcionamento, por meio de medições, sem a interferência humana. A automação aplica técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir a mão de obra, principalmente o uso de robôs e máquinas.

2.4 Arduino

O Arduino é uma ferramenta de prototipagem eletrônica, que pode ser definida como uma plataforma de hardware livre, ou seja, qualquer pessoa, interessada, pode ter acesso ao projeto e contribuir com o mesmo. Dessa forma podem-se desenvolver placas baseadas no Arduino, de maneira que elas atendam inúmeras necessidades (BANZI 2008, p. 130).

Ele possui uma linguagem de programação padrão, que tem origem em Wiring, que essencialmente simplifica a escrita de programação em C/C++. O objetivo principal do projeto é criar ferramentas de baixo custo e de fácil utilização. O projeto iniciou-se na cidade italiana de Ivrea, em 2005, com intuito de interagir com projetos escolares. Chegou à marca de mais de 150.000 placas Arduino vendidas mundialmente e a quantidade de placas clone vendidas está na casa das 500.000 (MCROBERTS 2011, p. 20).

3 METODOLOGIA

As técnicas utilizadas para atender à problemática do estudo seguiram as seguintes especificações de pesquisa: exploratório-descritiva, com auxílio, ainda, do meio digital – Internet. Esse tipo de pesquisa, experimental, possui inúmeras vantagens indiscutíveis, pois é a partir desse tipo de pesquisa que obtemos os avanços científicos. Ela nos permite obter uma maior nitidez, exatidão, e objetividade nos resultados, porém, exige um controle extremo por envolver muitas variáveis que podem ser medidas e quantificadas (GIL, 1991). Dessa forma essa pesquisa ainda se classifica como experimental em relação aos procedimentos técnicos.

Foram utilizadas técnicas Estatísticas, responsáveis pela ordenação e apresentação dos dados (Fonseca, 1996), bem como a análise e interpretação dos dados. Para a organização e descrição dos dados utilizamos técnicas de Estatística Descritiva (CRESPO, 2002), tais como distribuição de frequência, moda, média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação (SPIEGEL, 1993).

3.1 Materiais utilizados

Para a realização dos experimentos foi utilizado uma placa Arduino Duemilanove (2009 em italiano) e uma placa Arduino Mega, um Bluetooth Bee, um relé, fios, uma lâmpada incandescente com potência de 40W e um *smartphone* com o sistema operacional Android versão 4.0.

3.2 Integrando arduino e bluetooth

O ArduinoDuemilanove (2009 em italiano) é o responsável por executar todas as ações de controle neste projeto, por isso todos os elementos devem ser integrados ao mesmo. E isto é feito a partir dos pinos digitais do Arduino que ficam disponíveis em cima da placa. A conexão do *shield* com o *microship* Bluetooth, responsável pela comunicação, foi definida utilizando os pinos digitais 7 e 8 do Arduino, além dos pinos VCC e GND para a alimentação.

3.3 Estabelecimento de conexão

Quando um dispositivo Bluetooth entra em funcionamento tenta operar como um escravo de um dispositivo mestre que já esteja ligado. O dispositivo por padrão entra em estado de stand by, podendo mudar para os seguintes estados: *inquiry*, *inquiryscan*, *pagescan* e *page*.

No estado de *inquiry* o dispositivo mestre envia um pacote especial de pareamento para tentar descobrir os endereços de quais dispositivos estão presentes na sua área. Após ocorrer o processo de *inquiry*, o procedimento de tentativa de conexão é iniciado através do estado de *page*, onde são enviados pacotes de *pagingrequests* aos dispositivos que retornaram o endereço físico no *inquiry* e esperar possíveis pacotes de *paging response* ou *slave response* de dispositivos que estejam em *pagescan*. Depois de realizada esta operação o dispositivo mestre envia um *master response* pedindo o início da conexão que é confirmado pelo dispositivo escravo.

Basicamente o que deve ser feito no Arduino é executar esses passos e comandos dentro do programa que será enviado para a placa. Para isso ser feito existem comandos que carregam todas as configurações e informações necessárias para o dispositivo conseguir fazer o pareamento. E graças a biblioteca `SoftwareSerial()` do Arduino, usada para comunicação serial, é possível utilizar o protocolo RFCOMM, que tem como função emular uma porta serial para prover a transmissão de dados binários. A partir de uma variável chamada `blueToothSerial`, que utiliza os pinos 7 e 8 respectivamente como o RX e o TX, essa interface serial é usada definidos. A Tabela 2 traz em linhas de programação os comandos utilizados para se fazer o estabelecimento de conexão.

Tabela 2: Comandos usados pelo Arduino para uma conexão Bluetooth.

Comandos	Significado
<code>\r\n+STBD=115200\r\n</code>	Defini a taxa de transmissão usada pelo o <i>microchip</i> .
<code>\r\n+STWMOD=0\r\n</code>	Seta o modo de funcionamento do <i>microchip</i> , onde o valor 0 representa que <i>Shield</i> operara em modo escravo e o valor 1 modo mestre.
<code>\r\n+STNA=abcdefg\r\n</code>	Seta o nome do dispositivo.
<code>\r\n+STOAUT=0\r\n</code>	Permite se auto conectar a um dispositivo com quem uma conexão aberta.
<code>\r\n+STPIN=2222\r\n</code>	Defini o código PIN do dispositivo.
<code>\r\n+INQ=0\r\n</code>	Inicia o funcionamento do dispositivo.

3.4 Códigos de controle

Para que o projeto funcione de uma forma efetiva, é imprescindível o uso de códigos de controle. Estes códigos são usados para definir quais ações devem ser tomadas pelo Arduino, tais como: acender/apagar sua lâmpada ou encaminhar a informação. A interpretação do código de controle e a tomada de decisão que o Arduino deve conceber são feitas a partir da programação introduzida nas placas (cada placa tem que incluir em sua programação os seus respectivos códigos).

O código de controle que for enviado pelo usuário passa por uma condicional que avalia se este código é destinado à placa que o recebeu. Caso o código não esteja de acordo com o que é definido em sua programação, devera ser feito o encerramento de conexão seguido do estabelecimento de conexão com o próximo dispositivo para assim encaminhar o código recebido. A Figura 2 apresenta como funciona o programa enviado para a placa.

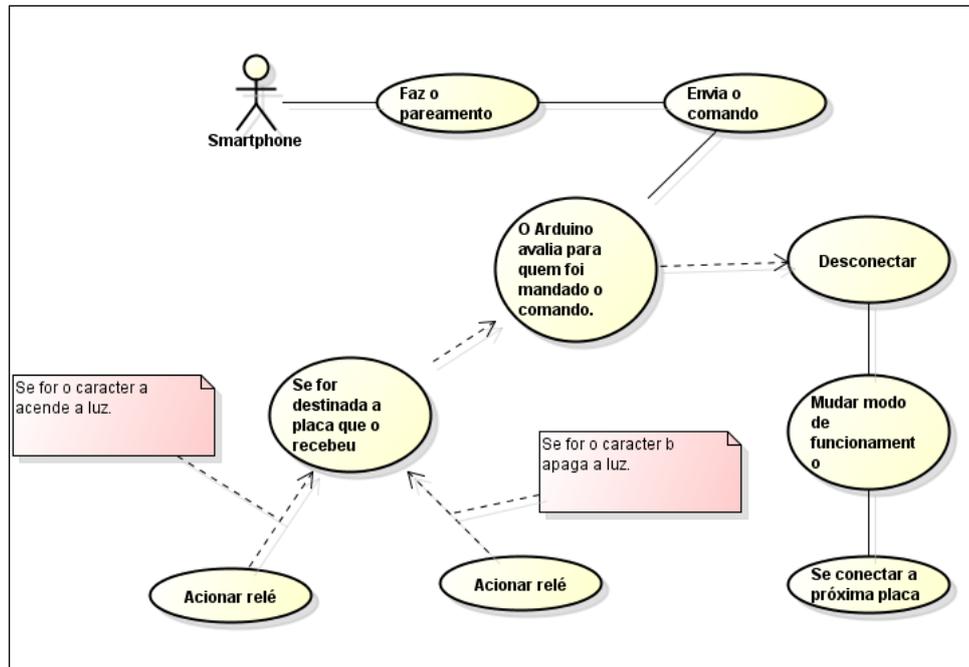


Figura 2: Diagrama de caso de uso que demonstra o fluxo do programa enviado para a placa.

3.5 Sistema de acionamento

Para montar o circuito (Figura 3) é necessário uso dos seguintes elementos: fios, relé e o próprio Arduino. O relé funciona como um interruptor eletromecânico, um dispositivo bastante importante no ramo da automação residencial, eletrônica e afins.

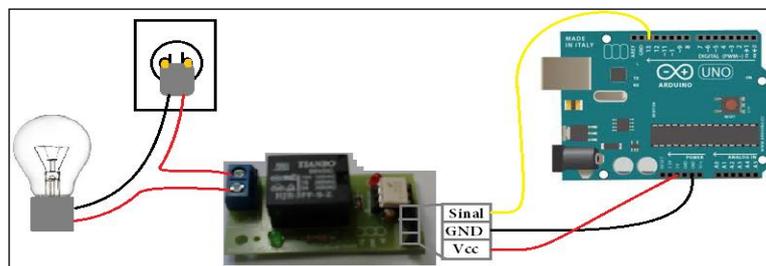


Figura 3: Circuito eletrônico (Blog Engcomper, acesso em 18 de março 2013).

A fonte de sinal 5V do Arduino é quem controla o relé, através dos seus pinos digitais de controle conectados a ele, que neste projeto é o pino 13. Quando o Arduino recebe um comando, o interpreta e avalia se é um comando para apagar ou acender a lâmpada, feito isso o que acontece é a mudança de estado do pino de controle usado para acionar o relé, esses estados são HIGH (nesse estado o valor é 1 e a lâmpada acende) e LOW (nesse estado o valor é 0 e lâmpada apaga).

3.6 Dispositivo de acesso a rede

Uma das partes mais importantes do projeto foi definir como o usuário poderia enviar os comandos para os dispositivos distribuídos pela sua casa. A solução encontrada para a realização dos testes foi utilizar um *smartphone* com o sistema operacional Android versão 4.0 que contém o aplicativo Blue Control, que é utilizado para enviar comandos via Bluetooth. A Figura 3 apresenta como é a interface gráfica do Blue Control V2.0.

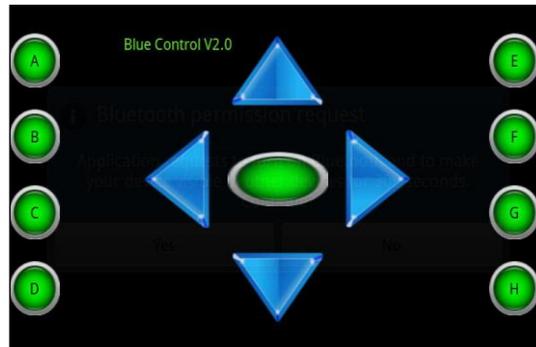


Figura 4: Interface gráfica do aplicativo Blue Control (www.android.es, acesso em 01/04/2013).

O Blue Control é um tipo de controle remoto universal para dispositivo Bluetooth na versão 2.0 (figura), para cada botão pressionado pelo usuário é enviado o código ASCII assinalado no botão. Os botões A – H (Figura 10) enviam respectivamente os caracteres a – h e os botões acima, baixo, esquerda, direita e centro enviam os caracteres “U”, “D”, “L”, “R” e “C”.

4 TESTES E RESULTADOS

Os testes realizados para a validação desse estudo foram feitos a partir da integração da plataforma Arduino ao Bluetooth. O objetivo desses testes é descobrir se é possível por em prática o projeto. Nestes testes foram usados os botões A, B, C e D do Blue Control, que enviam os respectivos caracteres.

A primeira etapa foi avaliar se era possível enviar informações ao Arduino através do *smartphone*. Para isto, a programação inserida na placa faz com que ela tenha seu funcionamento em modo escravo aguardando o pareamento de algum mestre para dá início ao recebimento das informações. Ao fazer o pareamento foi enviado o caractere A para a placa, ao recebê-lo o relé é acionado e a lâmpada acesa, logo depois foi enviado o caractere B que fecha a chave do relé apagando a luz. Ao constatar que as funções que apaga/acende a lâmpada funcionam corretamente ao receber um caractere correto, foi dado início aos testes com caracteres diferentes. Dessa forma, ao receber um código de controle que não lhe foi destinado à placa muda seu modo de funcionamento e solicita uma conexão que é confirmada e estabelecida pela segunda placa.

Graças às informações recolhidas durante as medições realizadas durante os testes foi possível chegar informações para se levar em conta quando se pensa realmente em por em

prática esse projeto. Uma dessas informações é o tempo médio para o estabelecimento de uma conexão entre placas usando o Bluetooth. Os dados coletados foram organizados em uma distribuição de frequência de cinco (5) classes, conforme a Tabela 3.

Tempo para conexão		Medidas	Media
0,0439	-----	0,0677	0,09613
0,0677	-----	0,09	
0,09	-----	0,1131	
0,1131	-----	0,14	
0,14	-----	0,1562	
		23	

Tabela 3: Distribuição de frequência.

Como é mostrado na tabela acima, o valor da media é de 0,09613, ou seja, uma conexão entre placas Arduino leva em média 9,613 segundos para ser estabelecida. O desvio-padrão é de 0,01767548, o que permite corrigir o valor da Média para mais e para menos, ou seja, a média varia entre os limites mínimo de 0,078461 (7,84 segundos) e máximo de 0,113812 (11,38 segundos). Fazendo a projeção de uma futura implementação para uma residência com uma grande quantidade de cômodos, o tempo para acender uma lâmpada fora do alcance do microchip Bluetooth do usuário poderia ser muito alto, e o tempo que uma ação leva para ser tomada é um fator determinante quando falamos de automação.

De acordo com os dados recolhidos durante os testes à probabilidade do comando enviado pelo usuário chegar à primeira placa é de 100%. Dessa maneira mostrando que o bluetooth é um meio de transmissão confiável em relação ao envio e recepção de dados. Isso deve ser levado em conta caso seja feita uma futura implementação desse projeto.

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo do trabalho foi apresentar uma aplicabilidade para o padrão Bluetooth de transmissão sem fio. Com o resultado da pesquisa bibliográfica e dos experimentos o produto final obtido é um modelo de controle automatizado de iluminação flexível. Em relação aos resultados obtidos pode-se dizer que a proposta é viável, mas sujeita a melhorias, principalmente no que se diz respeito à agilidade. É possível se aproveitar boa parte da estrutura já existente do projeto, mas acrescentando outras extensões do Arduino, como por exemplo: sensor de luminosidade, humidade e temperatura ou até mesmo sensores de presença, podendo-se alterar até mesmo a tecnologia de transmissão entre dispositivos (wi-fi por exemplo). Outra sugestão é criar uma interface que seja mais atrativa para o usuário final, seja um aplicativo para *smartphone* ou um controle específico para essa função.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANZI, Massimo. **Getting Started With For Arduino**. 1ª.ed. Maker Midia: 130 p.
Google Play – BlueControl. Disponível em:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gundel.bluecontrol&feature=search_result#?t=W251bGwsMSwyLDEsImNvbS5ndW5kZWwuYmx1ZWNvbnRyb2wiXQ..> Acesso em: 25 de Março 2013.
- CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística Fácil**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade. **Curso de Estatística**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- GIL, ANTÔNIO CARLOS, **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas, São Paulo, 1991.
- MCROBERTS, Michael.; ZANOLLI, Rafael (trad.); SÁ, Marta Almeida (rev.). **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011. 39 p.
- ROCHOL, Juergen. Redes Sem-fio e Sistemas Celulares. In: 3ª Escola Regional de Redes de Computadores, 3, 2005, UNISC. Minicurso: Redes Sem-fio e Sistemas Celulares. Santa Cruz: Editora, data. 99.
- RUFINO, Nelson Murilo de Oliveira. **Segurança em redes sem fio**: aprenda a proteger suas informações em ambientes wi-fi e bluetooth. São Paulo: Novatec, 2005. 224 p.
- SPIEGEL, Murray R. **Estatística**. Tradução e revisão técnica – Pedro Consentino. 3 ed. São Paulo: MakornBooks, 1993.
- TANENBAUM, Andrew S.; SOUZA, Vandenberg D. de (trad.); JAMHOUR, Edgard (rev.). **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 945 p.